Доклады Академии наук СССР
1955. Том 103, № 2

*ФИЗИКА*

Н. А. ПЕРФИЛОВ и В. И. ОСТРОУМОВ

# О ПРОЦЕССАХ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ И ДЕЛЕНИЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ НА ЯДРА ВОЛЬФРАМА И ВИСМУТА ПРОТОНАМИ С ЭНЕРГИЕЙ 460 Мэв*

*(Представлено академиком А. Ф. Иоффе 18 III 1955)*

Для изучения взаимодействия быстрых протонов с ядрами Bi и W был применен метод трехслойных фотопластинок, позволяющий наблюдать с достаточной отчетливостью явление на определенном элементе, не входящем в состав эмульсии. Пластинки со слоями были приготовлены в нашей лаборатории с использованием эмульсии НИКФИ, чувствительной к протонам с энергией до 30—40 Мэв. Выбранные для исследования элементы вводились в фотослой как в виде окисей, так и чистого металла. Количество введенных атомов определялось микроскопическим измерением размеров кристаллов, а также непосредственным взвешиванием. Интенсивность падающего потока устанавливалась по числу звезд в эмульсии тех же пластинок, подсчетом числа треков протонов пучка, а также звезд, ими образуемых, в контрольных электроночувствительных пластинках ** и в некоторых случаях по показаниям ионизационной камеры.

Найденные расщепления просматривались вторично после размачивания пластинок в воде для исключения ложных случаев, которые обязаны расщеплениям ядер эмульсии в области, непосредственно прилегающей к кристаллу ([1]). Результаты наблюдений следующие: на кристаллах окиси висмута найдено 110 звезд и 10 делений; на окиси вольфрама 64 звезды и 1 деление; на металлическом висмуте 64 звезды и 6 делений; на чистом вольфраме 128 звезд и 1 деление. По полученным данным определено сечение звездообразования и деления: для висмута сечение звездообразования равно $(0{,}63 \pm 0{,}20) \cdot 10^{-24}$ см², сечение деления $(6{,}4 \pm 1{,}1) \cdot 10^{-26}$ см²; для вольфрама, соответственно: $(0{,}54 \pm 0{,}21) \cdot 10^{-24}$ см² и $(0{,}63 \pm 0{,}45) \cdot 10^{-26}$ см².

Отнесение звезд, наблюденных на кристаллах окиси, к тяжелому или легкому элементу производилось: 1) анализом их лучевого распределения; 2) по различию потенциального барьера для вылета заряженных частиц; 3) по различию в величине $\alpha/p$; 4) по соотношению числа звезд и делений.

Была определена также доля тех расщеплений на тяжелых ядрах, которая не сопровождается появлением видимого трека (т. е. вылетом протонов с энергиями, не регистрируемыми в этом опыте, и нейтронов) — так называемые «безлучевые» звезды. Чтобы учесть такие случаи взаимодействия, было произведено сравнение экспериментально найденного отношением сечений неупругих столкновений быстрых нуклонов с соответ-

* Опыты с висмутом были проведены в течение 1952 г. ([4]). Результаты наблюдений пластинок с вольфрамом, полученные в 1953 г., ранее нами не были опубликованы.

** Длина свободного пробега протонов относительно звездообразования была взята равной, по нашим данным, $51 \pm 7$ см.

ствующими ядрами. Расчет показывает, что около 50% всех расщеплений ядер Bi и W не наблюдаются в условиях нашего опыта. Полное сечение неупругого взаимодействия протонов оказывается, таким образом, совпадающим с данными по нейтронным сечениям для больших энергий.

На рис. 1 и 2 приведены энергетические спектры α-частиц и протонов в совокупности для всех расщеплений ядер Bi и W. Построены также теоретические кривые испарения. Спектру протонов соответствует средняя температура возбужденных ядер, равная 2 Мэв, для α-частиц средняя температура составляет около 4 Мэв. Более высокая температура в последнем случае может означать, что испарение α-частиц происходит главным образом при больших возбуждениях ядер или что значительная

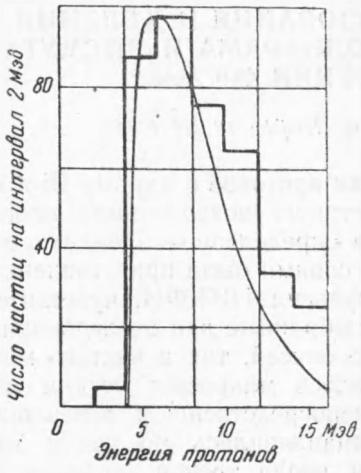



Рис. 1

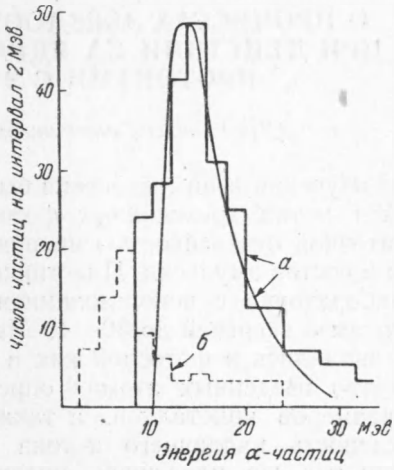



Рис. 2. *а* — Bi и W; *б* — кислород

их часть вылетела в стадии, предшествовавшей общему нагреванию ядра. Подтверждением возможности второго процесса может служить наличие многозарядных частиц выбивания в звездах на фотоэмульсии. Несколько случаев вылета частиц с $Z > 2$ замечено нами также для ядер Bi и W. Средняя энергия возбуждения ядер Bi и W оказывается равной около 80 Мэв. Это значение не противоречит теоретическим расчетам ([2], [3]), если считать, согласно данным нашего опыта, что около 50% всех заряженных частиц с энергиями меньше 30—40 Мэв, испускаемых тяжелыми ядрами, относятся к компоненте выбивания.

Нами было обнаружено, что значительная часть случаев деления ядер Bi и W (8 из 18) сопровождается испусканием заряженных частиц (от 1 до 3). В общей сложности при этих «звездных» делениях испускаются 8 протонов и 4 α-частицы. Энергия протонов лежит в интервале 10—30 Мэв, один протон имеет энергию около 5 Мэв. Распределение осколков по их пробегам представляется одногорбой кривой, характерной для деления ядер на быстрых частицах.

Наблюдение легких частиц в «звездных» делениях позволяет предполагать, что они состоят, в основном, из компоненты выбивания, хотя, вследствие небольшой статистики, нельзя полностью отрицать наличие испарительного механизма их испускания делящимся ядром.

Радиевый институт им. В. Г. Хлопина
Академии наук СССР

Поступило
15 III 1955

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Н. А. Перфилов, О. В. Ложкин, В. П. Шамов, ЖЭТФ, 28, № 6 (1955). [2] Y. Fujimoto, Y. Yamaguchi, Progr. Theor. Phys., 5, 787 (1950). [3] B. Rossi, High Energy Particles, N. Y., 1952, p. 371. [4] Н. А. Перфилов, В. И. Остроумов, Отчет радиевого инст. АН СССР, 1952.