

Академик П. И. ЛУКИРСКИЙ, М. Г. МЕЩЕРЯКОВ и Т. И. ХРЕНИНА

НАБЛЮДЕНИЕ НОВОГО ТИПА РЕАКЦИИ (He^3 , He^4)

При исследовании изотопного состава гелия из разных источников нами был применен метод регистрации ускоренных ионов He^3 с помощью фотослоя. Просматривая полученные фотопластинки со следами He^3 , которые наблюдаются в виде параллельных друг другу следов, мы заметили ряд случаев резкого излома этих следов.

Однако в большинстве наблюдаемых случаев общая длина следа равнялась средней длине следов гелия 3, не претерпевших излома. В этом случае мы имеем дело с упругим рассеянием «легких» α -частиц ядрами элементов, входящих в состав фотографической эмульсии.

При просмотре всех следов гелия 3 общим числом порядка 10^5 были найдены два случая, в которых длина следа после излома очень велика. Таким образом, в этом случае явление упругого рассеяния полностью исключается. На основании этого мы можем считать, что в данном случае имеет место ядерное превращение, вызываемое «легкими» α -частицами.

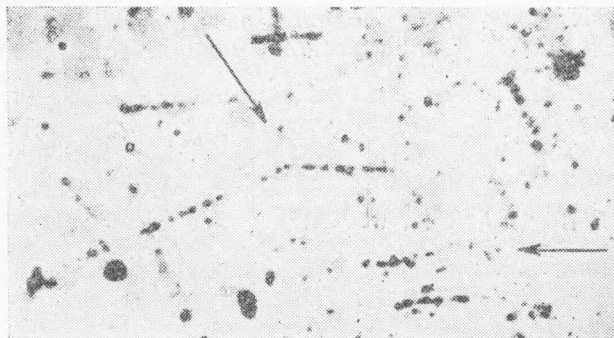


Рис. 1

На рис. 1 и 2 приведены фотографии этих следов. В этих опытах энергия ионов He^{3+} была равна $7,2 \text{ MeV}$. После прохождения платиновой фольги, отделявшей камеру циклотрона от фотослоя, пробеги гелия 3 в эмульсии были в среднем равны 35μ , что соответствует энергии $5,7 \text{ MeV}$.

След на рис. 1 до излома имеет длину 18μ , следовательно, энергия гелия 3 в момент взаимодействия равна $\sim 3,7 \text{ MeV}$. Длина же следа после излома больше 45μ . Таким образом, общая длина следа больше 63μ , что почти в два раза больше среднего значения в 35μ для следов гелия 3.

Второй след (рис. 2) имеет до излома длину 10 μ , что соответствует энергии гелия 3 в момент столкновения 4,7 MeV. После излома длина больше 48 μ .

Таким образом, в обоих случаях при взаимодействии «легкой» α -частицы с каким-либо ядром произошло какое-то ядерное взаимодействие. В этом мы убеждаемся потому, что пробег новой частицы, получившейся в результате взаимодействия, значительно больше оставшейся части пробега ударяющейся частицы.

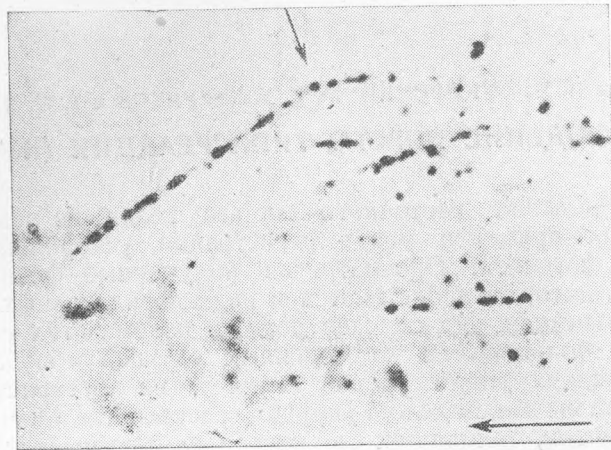


Рис. 2

Для того чтобы решить вопрос, с какого рода взаимодействием мы в этом случае имеем дело, нужно прежде всего выяснить природу частицы, получающейся после столкновения. Известно, что среднее расстояние между проявленными зернами фотоэмульсии зависит от ионизационной способности частицы, т. е. от ее заряда и скорости. Тщательное изучение этого среднего расстояния Δ для наших фотоэмульсий в следах от различных ионизирующих частиц дает нам следующие значения:

	α -частицы	Протоны	Дейтоны
Пробеги	50 μ	50 μ	50 μ
Δ	1,6 μ	3,2 μ	2,8 μ

В таблице приведены данные для α -частиц полония, для тех протонов от реакции $Al^{27}(d, p)Al^{28}$, которые имеют пробеги в эмульсии 50 μ , и для дейтонов, упруго отраженных золотой фольгой, установленной на пути пучка дейтонов.

Для двух наблюдаемых случаев мы имеем следующие значения Δ . В первом случае (рис. 1) для первой части следа до его излома $\Delta = 1,5 \mu$, для второй части, т. е. после излома, $\Delta = 1,7 \mu$. Во втором наблюдаемом случае (рис. 2) в первой части следа $\Delta = 1,5 \mu$ и во второй части — также 1,5 μ . Сопоставление этих значений с данными таблицы несомненно показывает, что после излома в обоих случаях следы вызваны α -частицами. Следует заметить, что Δ в следах He^3 и He практически одинаковы. Так как в наблюдаемых случаях явления упругого рассеяния He^3 исключается, то в данном случае следы после столкновения вызваны обычными α -частицами с массой 4.

Таким образом, в этих случаях мы имеем дело, несомненно, с ядерным взаимодействием нового типа:



Фотоэмульсия содержит в значительном количестве атомы углерода, азота, кислорода, брома и серебра. Если бы указанная реакция имела место при взаимодействии «легкой» α -частицы с ядрами С, N или O, то в результате взаимодействия мы могли бы наблюдать вилку. Однако никаких намеков на образование такой вилки не замечено. В случае же ядер Вг или Ag вилок не должно быть, так как пробег таких ядер отдачи в эмульсии не мог бы быть обнаружен. Зная природу и пробег частиц, получающихся в результате ядерной реакции, мы можем определить их энергию.

В первом случае (рис. 1) пробег получающейся α -частицы 45 μ , т. е. 6,5 см воздуха, что дает для энергии значение больше 7,4 MeV. Во втором случае пробег больше 48 μ , что дает для энергии значение больше 7,7 MeV.

Оценим теперь величину ожидаемой энергии в случае реакции (He^3, He^4). Ввиду низкой энергии связи He^3 вызываемые им ядерные реакции должны идти с выделением энергии. Для оценки выделенной энергии в нашей реакции воспользуемся равенством:

$$\text{He}^3 + n_0^1 + E_3 - E_0 = \text{He}^4 + E_4 + E_A,$$

где E_3 и E_4 — кинетические энергии «легкой» и обычной α -частиц, E_A — кинетическая энергия ядра, возникшего при взаимодействии, а E_0 — энергия связи нейтрона в ядре, с которым произошло столкновение.

Полагая массы He^3 , He^4 и n_0^1 равными, соответственно, 3,01701; 4,00388 и 1,00894 и выражая энергию в MeV, получаем

$$E_A + E_4 = 20,5 + E_3 - E_0.$$

Для первого и второго случаев значения E_3 равны 3,7 MeV и 4,7 MeV, соответственно. При энергии связи нейтрона порядка 10 MeV мы имеем значение для $E_A + E_4 \cong 14-15$ MeV. Однако эта величина больше найденной. Мы же можем указать только предел значения энергии α -частиц. Кроме того, нужно отметить, что ядра, получающиеся в результате реакции, могут быть и в возбужденном состоянии.

Для других возможных реакций (He^3, H^1) и (He^3, H^2) пробеги получающихся протона и дейтона должны быть очень велики — во много раз больше тех значений пробегов, для которых в таблице приведены значения Δ .

Вследствие этого среднее расстояние между проявленными зернами для них было бы еще больше, чем для протонов с пробегами в 50 μ .

Это заставляет исключить из рассмотрения реакции с вылетом протона и дейтона.

Наблюденный тип новой ядерной реакции, как мы думаем, происходит без образования промежуточного (компаунд) ядра, так как энергия He^3 в нашем случае недостаточна для того, чтобы He^3 проник через потенциальный барьер таких ядер, как бром и серебро.

Здесь мы, повидимому, имеем дело с явлением, при котором под действием силового поля приблизившегося He^3 нейтрон переходит с ядра на него. Это явление в такой трактовке было бы, в некотором смысле, процессом, обратным тому, что имеет место при реакции Опленгеймера-Филиппса, при которой дейтон отдает свой нейтрон ядру, не проникая в него.

Изучение наблюдаемого нами явления продолжается.