

Д. АЛХАЗОВ, И. ГУРЕВИЧ, И. КУРЧАТОВ и В. РУКВИШНИКОВ

МЕТАСТАБИЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ ЯДРА ГАДОЛИНИЯ

(Представлено академиком В. Г. Хлопиным 4 VIII 1939)

Наблюдения последних лет установили наличие метастабильных состояний атомного ядра с небольшой энергией возбуждения. Эти уровни были обнаружены в опытах с ядерной изомерией, которая получила свое рациональное истолкование именно с этой точки зрения⁽¹⁾. Изомерное, возбужденное на метастабильный уровень ядро переходит в основное состояние, чаще всего излучая электроны внутренней конверсии⁽²⁾. Методами искусственной радиоактивности, позволяющими изучать по явлениям изомерии свойства метастабильных состояний, можно пользоваться только тогда, когда время жизни метастабильного ядра не меньше нескольких секунд. С теоретической точки зрения время жизни может варьировать в значительно более широких пределах от 10^{-13} сек. до любых больших промежутков времени.

Более широкие возможности обнаружения метастабильных состояний открываются при исследовании тех излучений, которые сопровождают самую ядерную реакцию. В том случае, если образующееся в результате реакции ядро обладает метастабильным уровнем с малой длительностью жизни, весьма вероятны процессы внутренней конверсии, в результате которых реакция будет сопровождаться мягким, электронным излучением.

Можно думать, что метастабильные состояния присущи всем или большинству ядер. Предполагая существование таких состояний у гадолия, мы исследовали характер излучений, испускаемых этим элементом при захвате медленных нейтронов.

При исследовании метастабильных состояний по мягкому излучению необходимо иметь в виду, что это излучение из-за большого коэффициента поглощения электронов испускается лишь очень тонким слоем вещества, поэтому интенсивность мягкого излучения по отношению к другим, сопровождающим реакцию (например γ -лучам), будет большой только в том случае, если ядерная реакция происходит в очень тонком слое. Гадолий, облучаемый нейтронами, является в этом смысле очень удобным объектом исследования, так как коэффициент поглощения тепловых нейтронов в нем очень велик (слой половинного ослабления медленных нейтронов равен 7 мг/см²).

Нейтроны получались нами при $D+D$ реакции на циклотроне, работавшем в ранее описанном режиме⁽³⁾. Нейтроны замедлялись в парафиновом блоке и попадали на тонкий слой гадолия, примыкавший к чувствительной рентген-пленке. Тщательно растертая окись гадолия взмучи-

валась в чистом спирте; взвесь наливалась в латунные чашечки—углубления специальной кассеты. После испарения получался однородный по толщине слой окиси гадолиния, который без всякой цементирующей среды достаточно прочно держался на латунной основе. Поверхностная плотность этого слоя была равна 4—5 мг/см².

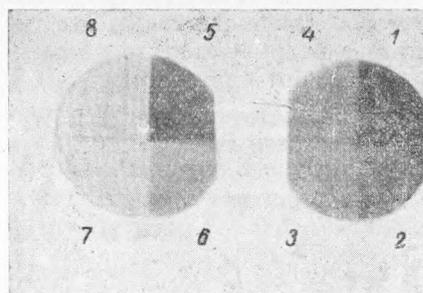
Уже первые опыты (экспозиция обычно составляла 10—12 часов) подтвердили ранее обнаруженное при помощи счетчика И. Курчатовым



Фиг. 1.

в Ленинградском физико-техническом институте существование интенсивного мягкого излучения, испускаемого гадолинием при облучении нейтронами. На фиг. 1 представлена фотограмма гадолиния и облучавшегося в тех же условиях серебра. Большое почернение пленки, вызываемое гадолинием, указывает на то, что эффект связан с захватом нейтронов сильно поглощающим изотопом элемента. Почернение рентген-пленки имело место в случае гадолиния в отличие от серебра только в прилегающем к гадолинию слое эмульсии. Отсюда видно, что зафиксированное пленкой излучение этого элемента практически полностью поглощается в слое целлюлоида рентген-пленки в 10^{-2} см.

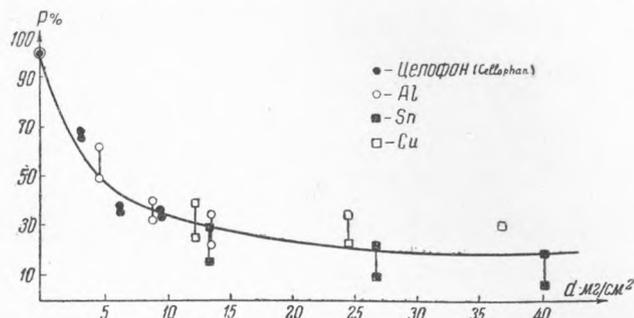
В целях определения природы излучения и грубой оценки его жесткости мы изучили поглощение мягкой радиации в различных фильтрах. Для этой цели между пленкой и слоем гадолиния помещались фильтры различной толщины из целлофана, алюминия, меди и олова. Эффект влияния поглотителя на почернение пленки иллюстрируется фиг. 2., на которой приведена фотограмма мягкого излучения гадолиния, зафильтрованного целлофаном и алюминием. В секторах 1 и 5 излучение гадолиния непосредственно действовало на рентгеновскую пленку. Секторы 2, 3 и 4 относятся к случаю фильтрации целлофаном, поверхностные плотности которого соответственно составляют 3.16; 9.48 и 6.32 мг/см², а секторы 6, 7 и 8 получены при фильтрации алюминием поверхностной плотности соответственно 4.5, 13.5 и 9.0 мг/см².



Фиг. 2.

Фотометрируя пленку, мы получили кривую поглощения излучения, приведенную на фиг. 3. При определении разности почернений ΔS освещенных и неосвещенных участков пленки непрозрачность последних бралась средней по всей пленке. Процент поглощения получался как отношение ΔS , отвечающих данному фильтру, к ΔS_0 незафильтрованного излучения.

Данные, приведенные на фиг. 3, с полной определенностью указывают на то, что зафиксированное пленкой мягкое излучение гадолиния является электронным. В самом деле, если бы это излучение являлось рентгеновским, его массовые коэффициенты поглощения при этой жесткости в алюминии и целлофане отличались бы в 4—5 раз. Это заключение не зависит от возможного отступления от линейности чувствительности пленки, так как почернение зафильтрованной радиации в алюминии и целлофане одних порядков.



Фиг. 3.

Энергия электронного излучения гадолиния, которую мы можем определить только очень грубо, по коэффициенту поглощения в алюминии, оказывается порядка 100 экВ (полупоглощающий слой Al 4,5 мг/см²).

Таким образом, наши опыты дают основание думать, что сильно поглощающий медленные нейтроны изотоп гадолиния (который не дает при этом искусственной радиоактивности) обладает метастабильным состоянием, которое разряжается процессами внутренней конверсии.

Приносим благодарность В. Джелепову и П. Мостицкому за помощь в работе.

Радиевый институт
Академия Наук СССР

Поступило
7 VIII 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Weiszäcker, Naturwiss., 24, 813 (1936). ² L. Roussinow a. A. Yusephovich, ДАН, 9 (1938); Hebb a. Uhlenbeck., Physica, 7, 7 (1938); Pontecorvo, Phys. Rev., 54, 542 (1938). ³ Д. Г. Алхазов, И. Курчатов, М. Мещеряков и В. Рукавишников, ДАН, XXIV, № 1 (1939).