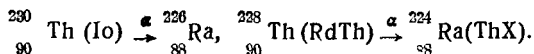


5. S. G. Thompson, Phys. Rev. **76**, 319 (1949).
6. Asprey, J. Am. Chem. Soc. **72**, 1425 (1950).
7. K. Street, J. Am. Chem. Soc. **72**, 2790 (1950).
8. S. G. Thompson, Phys. Rev. **77**, 838 (1950).
9. Kirkwood, Phys. Rev. **74**, 497 (1948).
10. Ghiorso, National Nuclear Energy Series, см. ссылку ¹ Paper № 16, 7.
11. S. G. Thompson, Phys. Rev. **78**, 298 (1950).
12. G. T. Seaborg, Rev. Mod. Phys. **20**, 585 (1948).

О СХЕМЕ РАСПАДА ИОНИЯ И РАДИТОРИЯ

Ионий и радиоторий являются изотопами тория и имеют чётно-чётные ядра. В результате α -распада эти ядра превращаются в ядра чётно-чётных изотопов радия



Чётно-чётные ядра обладают нулевым моментом количества движения. Поэтому α -переход такого ядра, приводящий к основному состоянию

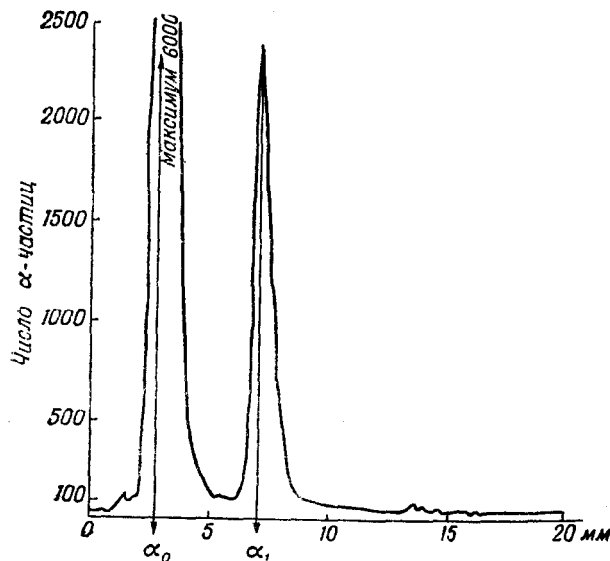


Рис. 1.

ядра-продукта, будет происходить без изменения момента количества движения ($\Delta I = 0$), а α -переход, в результате которого образуется ядро в возбуждённом состоянии, связан с изменением момента количества движения ($\Delta I \neq 0$). Вероятность α -распада уменьшается с увеличением ΔI и существенно зависит от энергии α -перехода. В силу этого чётно-чётные ядра в соответствии с теорией α -распада, как правило, не

имеют интенсивной тонкой структуры α -спектра. В этом отношении рассматриваемые случаи являются исключениями.

В последние годы с помощью α -спектрографа с большим магнитом выполнены новые измерения α -спектров радиотория¹ и иония². Применение толстослойных фотопластинок значительно улучшило технику эксперимента. При обработке α -спектров с помощью микроскопа подсчитывалось число следов α -частиц в различных точках фотоэмульсии. Такая методика регистрации α -частиц позволяла использовать тонкослойные источники, а также улучшить технику фотометрирования плёнки.

На рис. 1 приводится α -спектр радиотория¹. Видны две интенсивные α -линии (α_0 и α_1), различающиеся по энергии на 86,7 кэв. Небольшие пики, заметные на рисунке, принадлежат ThX³. Известно γ -излучение RdTh с энергией 83,4 кэв и 86,8 кэв; α -линий, отличающихся по энергии на суммарную энергию этих γ -квантов, не найдено. Поэтому делается вывод, что одна из обнаруженных α -линий является двойной, а разность в 3,4 кэв не разрешена аппаратурой¹. Замечено было уширение линии α_0 .

При изучении α -спектра иония³ также была обнаружена интенсивная тонкая структура. В табл. I приводятся данные об α -спектрах RdTh и Io:

Таблица I

 α -спектры RdTh и Io

	Наименование линии	Энергия в мэв	Сравнительная интенсивность	Изменение момента количества движения ΔI
RdTh	α_0	5,423	100 39 $\pm$ 1	0
	α_1	5,338		0
Io	α_0	4,682	100 25	0
	α_1	4,613		0

энергии α -линий, относительная интенсивность линий и вероятное изменение момента количества движения (ΔI) при превращении. При излучении α -частицы с энергией α_0 ядро образуется в основном состоянии. Следовательно, переходу α_0 соответствует $\Delta I = 0$. Если излучается α -частица с энергией α_1 , то возникшее ядро остаётся в возбуждённом состоянии. Изменение ΔI для этого случая найдено из теории α -распада по измеренной интенсивности линий тонкой структуры α -спектра.

В рассматриваемых случаях момент количества движения основного состояния $I = 0$, а по данным тонкой структуры в возбуждённом состоянии также $I = 0$. Поэтому можно предполагать, что при высечивании Ra и ThX имеет место случай так называемого «0—0» перехода.^{4,5}

Для «0—0» переходов ядер обычная теория радиационных переходов неприменима, так как законы сохранения приводят к абсолютному запрету излучения ядром одного фотона. Из известных в настоящее время нескольких случаев «0—0» переходов ядер исследован «0—0» переход в O¹⁶*, причём интересные теоретические результаты были получены советскими физиками⁶. Ниже разобраны работы, в которых исследо-

валось излучение, испускаемое при разрядке возбуждённых уровней Ra и ThX.

Для исследования электронного излучения в работе⁷ ионий вводился в центр камеры Вильсона пониженного давления. Интенсивность источника оценивалась по числу следов α -частиц. Найденный в работе спектр электронов приведён на рис. 2. Электроны таких энергий появляются в результате конверсии γ -квантов с энергией 68 кэв на L -, M - и N -оболочках атома радия. В среднем найдено 10 ± 1 электрон на 100 распадов иония. В другой работе⁸ электронное излучение иония исследовалось с помощью фотопластинок с толстослойной эмульсией (200 μ), чувствительной к электронам (пластинки Илфорд G5). Пластинки пропитывались раствором, содержащим ионий, и после проявления

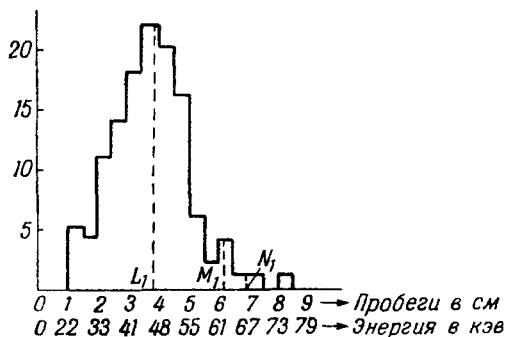


Рис. 2.

на них отбирались следы α -частиц Io. Изучались электронные следы, начинающиеся из начальной точки α -следа. Результаты этой работы полностью согласуются с результатами работы⁷.

Спектр электронов радиотория также исследовался методом фотопластинок, чувствительных к электронам⁹. Всего было отобрано 1850 следов α -частиц RdTh (пробег 29 μ). Из начала 141 следа этих α -частиц замечен след электрона. Таким образом, найдено 7,6 электрона на 100 распадов RdTh. Максимум в энергетическом распределении электронов получился при энергии в 65 кэв. Это электронное излучение появляется в результате внутренней конверсии γ -излучения с энергией 86,8 кэв на атомных электронах ThX.

В работах^{10, 11, 12} изучалась интенсивность γ -излучения Io и RdTh. Измерением поглощения γ -излучения в Al, Cu, Ta и Pb производилось разделение составляющих компонент этого излучения. Найденная расчётным путём эффективность счётчика, применявшегося в работе для регистрации γ -излучения, позволяет из этих измерений определить число γ -квантов отдельных γ -линий. В работе¹⁰ применялся обычный тонкостенный алюминиевый счётчик, наполненный аргоном. При измерении жёсткого γ -излучения этот счётчик окружался свинцовой фольгой, что^{11, 12} увеличивало его эффективность к жёсткому γ -излучению. В работах применялся торцовый счётчик, наполненный ксеноном (9—18 мм рт. ст.) и спиртом (1—2 мм рт. ст.). Алюминиевое окно счётчика имело толщину в 20 μ . Такой счётчик обладает повышенной эффективностью к рентгеновскому и мягкому γ -излучению. (Эффективность регистрации таким счётчиком фотонов с энергией 14,5 кэв равна 25%.)

В цитированных работах было доказано, что препарат Io и RdTh испускает интенсивное характеристическое рентгеновское L -излучение радия и ядерное γ -излучение слабой интенсивности (табл. II). При внутренней конверсии γ -излучения на атомных электронах атом, образующийся при распаде Io и RdTh , остаётся в возбуждённом состоянии и может перейти в основное состояние излучением характеристического рентгеновского излучения. На опыте возможно наблюдение лишь L -излучения. Автор работы¹², оценивая интенсивность M - и N -излучения и принимая для выхода флуоресценции L -излучения значение $\phi_L = 0,37$, получает число возбуждений атома. При этом получается соответствие с интенсивностью тонкой структуры α -спектра Io и RdTh . Однако прямой подсчёт числа излучённых γ -квантов и конверсионных электронов не даёт такого согласия.

Таблица II

Интенсивность γ -излучения (число γ -квантов на 100 распадов)

Ионий			Радиоторий	
	По работе ¹⁰	По работе ¹¹	L -излучение	$7 \pm 1,5$
L -излучение	11	9 ± 2	γ -излучение 83,3 кэв	$1,8 \pm 0,5$
γ -излучение 68 кэв	0,85	$0,50 \pm 0,15$	γ -излучение 86,6 кэв	$0,7 \pm 0,2$
γ -излучение 140 кэв	0,39	—		
γ -излучение 200 кэв	—	$0,3 \pm 0,1$		
γ -излучение 240 кэв	0,05	—		

Изложенный материал об излучениях Io и RdTh позволяет составить схему распада этих ядер¹³ (рис. 3.). В табл. III приведены данные об уровне Ra с энергией возбуждения 68 кэв и уровне ThX с энергией возбуждения 86,8 кэв, полученные путём подсчёта числа конверсионных электронов (N_e) и излучённых γ -квантов (N_γ). Величина $N_e + N_\gamma$, отнесённая к числу распадов Io или RdTh по данным таблицы III почти в два раза меньше интенсивности тонкой структуры α -спектра (табл. I).

По отношению $\frac{N_e}{N_\gamma}$ можно оценить мультипольность соответствующего перехода. Найденные таким образом значения Δl , равные 4 или 3, находятся в резком противоречии с выводами, полученными из интенсивности тонкой структуры α -спектра. Однако, если имеет место случай «0—0» перехода, то теория внутренней конверсии, на основании которой определено Δl в табл. III, неприменима.

Для «0—0» перехода с энергией перехода в 60—90 кэв можно было ожидать полной конверсии излучения¹³. Наличие γ -излучения с энергией возбуждения допускает возможность другого пути «0—0» перехода, например, излучение двух фотонов или конверсионного электрона

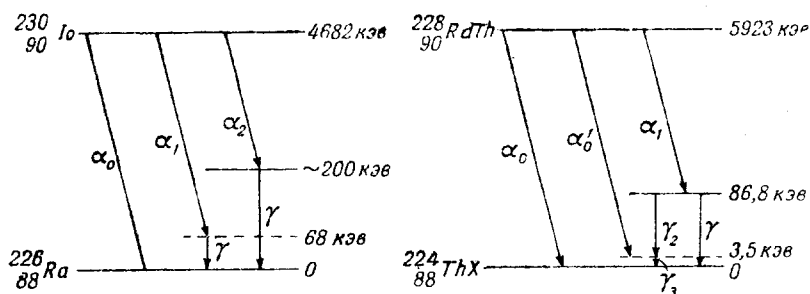


Рис. 3.

и фотона одновременно. При этом излучение должно иметь непрерывный энергетический спектр. Экспериментальный материал не противоречит допущению о непрерывном спектре электронов и фотонов, если это энергетическое распределение имеет острый максимум¹³. Наблюдавшийся

Таблица III

	Энергия возбужде- ния в кэв	$N_e + N_\gamma$ (на 100 рас- падов)	$\frac{N_e}{N_\gamma}$	Изменение момента количества движения ΔI
Ra	68	10,5	17 ± 4	4 или 3
ThX	86,8	2,6	2,6	4 или 3

в опытах максимум в распределении электронов и фотонов можно при-
нять за максимум в области больших энергий. Максимум при малых
энергиях электронов и фотонов практически наблюдать невозможно.
Возможно также несколько конкурирующих процессов разрядки рас-
смотренных случаев «0—0» переходов.

И. Эстулин

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. S. Rosenblum, M. Valaders et M. Perey, Comptes Rendus **228**, 385 (1949).
2. S. Rosenblum, M. Valaders et I. Vial, Comptes Rendus **227**, 1088 (1948).
3. S. Rosenblum, M. Valaders, M. Perey et I. Vial, Comptes Rendus **229**, 1009 (1949).

4. И. С. Шапиро, УФН **40**, 189 (1950).
5. С. Девонс, Энергетические уровни ядер, 1950 г.
6. А. Д. Сахаров, Диссертация, Физ. инст. АН СССР, 1947 г.
- И. С. Шапиро, ДАН **72**, 1045 (1950); **76**, 45 (1951).
7. J. Teillac, Comptes Rendus **227**, 1227 (1948).
8. G. Alboy, H. Faraggi, M. Riou et J. Teillac, Comptes Rendus **229**, 435 (1949).
9. G. Alboy et J. Teillac, Comptes Rendus **230**, 945 (1950).
10. J. Curie, Journ. phys. et rad. **10**, 381 (1949).
11. M. Riou, Comptes Rendus **228**, 679 (1949).
12. M. Riou, Journ. phys. et rad. **11**, 185 (1950).
13. Fowler, Proc. Roy. Soc. **129**, 1 (1930).

ОСЦИЛЛОГРАФ С БЕГУЩЕЙ ВОЛНОЙ

Вопрос осциллографирования электрических колебаний при частотах в области 10^8 — 10^{11} гц в наше время, когда микрорадиоволны всё чаще применяются в физических исследованиях, радиолокации и других областях радиотехники, очень существен. Детекторные методы регистрации позволяют измерять энергию колебаний, но не судить о форме кривой тока или напряжения. Трудности, встречаемые при применении электронного осциллографа в этой области частот, в основном сводятся к следующим явлениям:

а) Изменению отклоняющего электронный луч напряжения за время пролёта электрона между отклоняющими пластинками.

б) В случае, когда исследуемое напряжение подводится к обоим парам пластин — изменение напряжения за время пролёта от первой пары пластин до второй приводит к дополнительному сдвигу фазы, искажающему наблюдаемую на экране фигуру (в терминологии Стекольников — θ -явление).

в) Применять повторяющуюся линейную временную развёртку при записи очень высоких частот не удаётся. С другой стороны, использовать фотографическую запись при однократном прохождении луча по экрану или наблюдать осциллограмму на экране в случае обычных электронных осциллографов нельзя, так как при скорости луча по экрану порядка тысяч километров в секунду интенсивность свечения фосфора очень мала.

Ввиду указанных трудностей в области осциллографирования весьма быстрых процессов намечилось несколько определённых путей их преодоления. Первым следует упомянуть увеличение ускоряющего напряжения, т. е. конструирование высоковольтных осциллографов. Совершенно очевидно, что благодаря тому, что уже при энергиях порядка десятков киловольт скорость электронов сравнима со скоростью света, эффекты, связанные со временем пролёта, не могут быть устранены таким путём. Кроме того, высоковольтные осциллографы обычно представляют собой разборные металлические конструкции, громоздкие, сложные и неудобные в эксплуатации.

Как было показано в последние годы Стекольниковым^{1, 2, 3}, разработанная им методика импульсного кратковременного перенапряжения обычных отпаянных осциллографических трубок позволяет получить скорости записи на экране, достигающие до $10\,000$ км/сек, и записывать колебание с частотой до 10^8 гц при однократном прохождении луча по экрану.