

Н. М. АНТОНЬЕВА, А. А. БАШИЛОВ, Б. С. ДЖЕЛЕПОВ и А. В. ЗОЛОТАВИН

β -СПЕКТР No^{166}

(Представлено академиком П. И. Лукирским 21 IX 1949)

При помощи магнитного спектрометра с улучшенной фокусировкой⁽¹⁾ нами был исследован β -спектр No^{166} . Источником электронов служил тонкий слой No_2O_3 , облученного нейтронами и нанесенного на полосу папиросной бумаги. Для того чтобы убедиться, что мы имели дело с холмием, не загрязненным примесями, мы изучали кривую распада активности. Она изображена на рис. 1 в полулогарифмическом масштабе. Прямая линия, получившаяся на рис. 1. свидетельствует о том, что во время исследований β -спектра препарат распадался

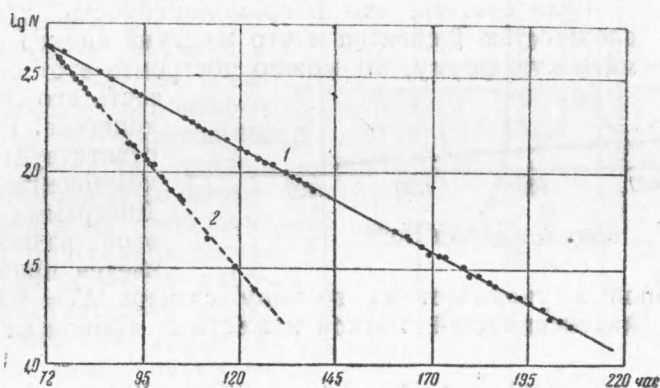


Рис. 1. 1 — кривая спада β -активности No^{166} , период полураспада $27,5 \pm 0,5$ часа, время отсчитывается от конца облучения; 2 — контрольная кривая распада ThB (получен период $10,6 \pm 0,2$ часа)

экспоненциально с периодом $27,5 \pm 0,5$ часа; по данным ряда исследователей⁽²⁻⁵⁾, период распада No^{166} лежит в пределах $27,0-30,0$ час. Если наш препарат холмия содержал примеси, дающие при облучении нейтронами короткоживущие активности, то эти активности вещества успевали распасться раньше, чем мы приступали к измерениям. С другой стороны, радиоактивные вещества с большими периодами не могли присутствовать в источнике в заметных количествах, так как закон распада продолжает оставаться экспоненциальным на протяжении еще 6 периодов полураспада после конца исследований β -спектра.

Для исследования общей формы β -спектра применялись относительно „толстые“ препараты No_2O_3 (до 5 мг/см^2). При помощи их был получен β -спектр, изображенный на рис. 2. Своеобразный вид этого спектра указывает на то, что электронное излучение No^{166} со-

стоит из непрерывного β -спектра с граничной энергией около 1840 кэв и интенсивной группы медленных электронов с энергиями меньше 100 кэв.

Непрерывный β -спектр был подвергнут анализу, для чего была построена диаграмма Ферми (рис. 3). В последних двух третях β -спектра точки хорошо укладываются на прямую линию. Экстраполирование этого участка до пересечения с осью абсцисс приводит к границе β -спектра, равной 1840 ± 20 кэв. Это число находится в удовлетворительном согласии с другими исследованиями, в которых применялся более грубый метод поглощения (1,6 Мэв ⁽²⁾; 1,9 Мэв ⁽⁶⁾; 1,8 Мэв ⁽⁴⁾).

В области энергии меньшей, чем 660 кэв, на диаграмме Ферми наблюдается отклонение кривой $x(E)$ от прямой линии. Возможны следующие причины этого отклонения: 1) β -спектр Ho^{166} сложен; 2) β -спектр Ho^{166} , имеющий границу 1,84 Мэв, по форме сильно отличается от фермиевских спектров.

Большая величина произведения τf ($\sim 5 \cdot 10^7$) ⁽⁷⁾ заставляет нас отнести этот β -распад к группе сильно запрещенных, у которых β -спектры иногда сильно отличаются от фермиевских. Поэтому нельзя исключить вторую возможность. Однако в пользу первого предположения — о сложности β -спектра — говорят предварительные измерения зависимости β — γ совпадений от энергии β -частиц.

Если считать, что непрямолинейность $x(E)$ вызвана сложностью β -спектра и что жесткий спектр имеет фермиевскую форму, то можно построить этот спектр и вы-

честь его из наблюдающегося. Разность соответствует мягкой компоненте β -спектра. Диаграмма $x(E)$ для этой разности оказывается приблизительно

прямолинейной и указывает на границу спектра $E_2 = 660 \pm 20$ кэв. Отношение интенсивностей мягкой и жесткой компонент β -спектра равно 1:6.

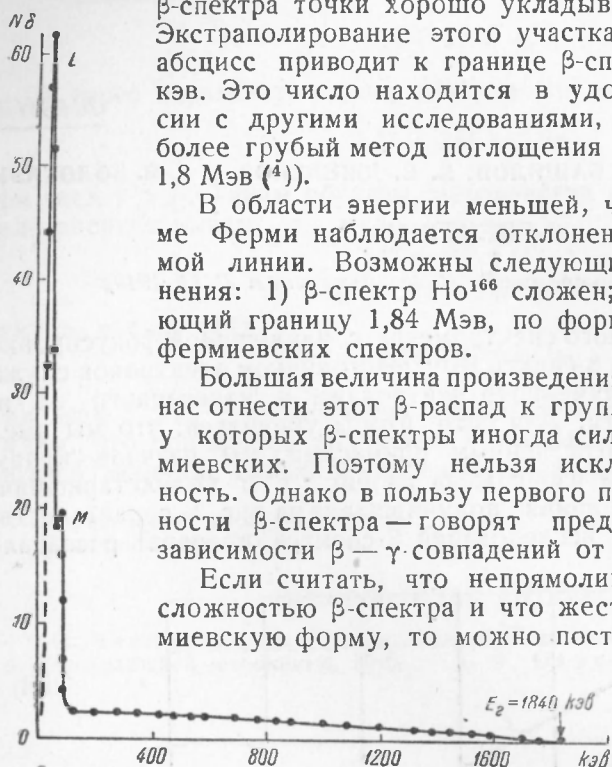


Рис. 2. β -спектр Ho^{166}

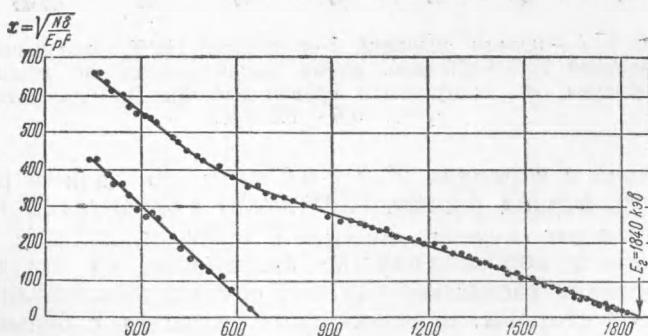


Рис. 3. Диаграмма Ферми для непрерывного β -спектра Ho^{166}

Для изучения обнаруженной нами группы медленных электронов был использован более тонкий источник, имевший поверхностную плотность 2 мг/см². Полученный нами экспериментальный спектр этих электронов изображен на рис. 4. Вершины основных максимумов

на рис. 4 соответствуют энергии электронов $68,4 \pm 0,3$ и $75,6 \pm 0,3$ кэв. Разность этих чисел составляет $7,2 \pm 0,5$ кэв.

Для эрбия, получающегося при β -распаде Но, энергия связи K -электронов равна 57,5, кэв. L -электронов 9,7 кэв и M -электронов 2,2 кэв. Таким образом, в пределах погрешности, расстояние между основными максимумами рис. 4 совпадает с разностью $L-M$ для эрбия. Это заставило нас приписать два основных максимума рис. 4 конверсии на L - и M -оболочках.

При градуировке прибора по линиям Th ($B + C + C''$) (линии A, F, L и X), Au¹⁹⁸ и аннигиляционному излучению энергия конверсионных электронов определялась не по вершине пика, а путем прямолинейного экстраполирования крутого обрыва со стороны больших энергий до пересечения с непрерывным спектром. Поэтому и в случае Но¹⁶⁶ мы поступали так же. Энергия L - и M -электронов оказалась равной 71,2 и 78,5 кэв. Если прибавить сюда энергию связи L - и M -электронов E_g , то для энергии γ -квантов получаются значения 80,9 и 80,7 кэв. В качестве наиболее вероятного значения энергии γ -квантов мы принимаем 81 ± 1 кэв. γ -лучи такой энергии могут конвертировать также и на K -оболочке E_g . При тщательном исследовании области малой энергии мы действительно обнаружили небольшой максимум в районе 21 кэв. Максимум, однако, настолько мал, что изучить его форму и точное положение мы не могли. Толщина источника (~ 2 мг/см²) не позволяет сделать окончательных заключений о его величине, хотя наш спектрометр вполне позволяет нам вести измерения в этой области энергий. Это видно хотя бы по тому, что конверсионная линия A источника ThВ, имеющая энергию ~ 24 кэв, получается вполне четкой (рис. 4).

Неполнота наших сведений о конверсии на K -оболочке не позволяет точно определить полный коэффициент конверсии для γ -линии 81 кэв. Мы можем только утверждать, что отношение числа $L-M$ -электронов к числу β -частиц немного меньше 1.

Это обстоятельство наводит на мысль, что, может быть, в Но¹⁶⁶ происходит изомерное превращение (аналогичное превращениям в Вг⁸⁰ и In¹¹⁴). Для подтверждения или исключения этой гипотезы можно использовать два пути.

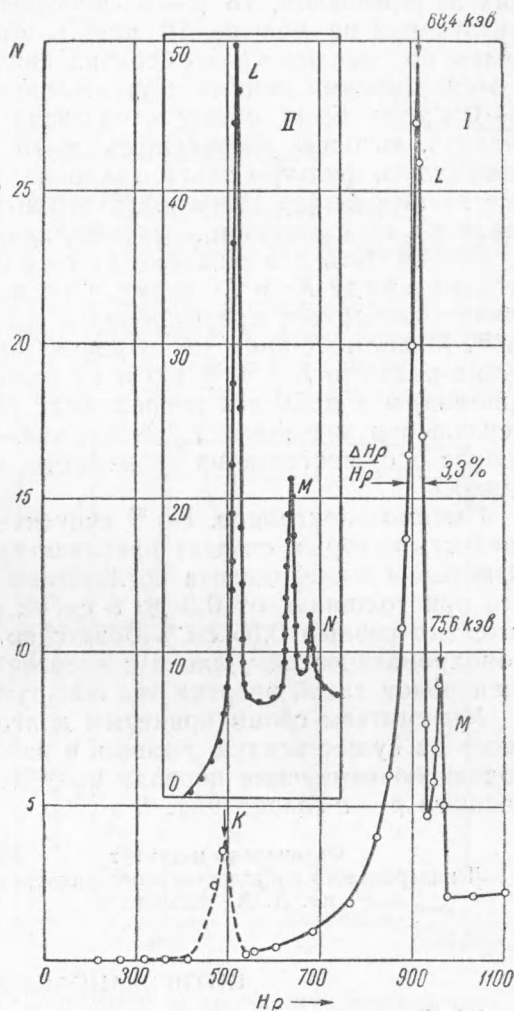


Рис. 4. I — экспериментальный спектр конверсионных электронов Но¹⁶⁶. II — для сравнения приведены линии A спектра ThВ, полученные на том же спектрометре

Первый путь — изучение $\beta - e^-$ -совпадений на приборе с хорошей разрешающей способностью. Если медленные электроны возникают при изомерном превращении, то они не должны быть связаны по времени с β -частицами (если, конечно, период β -распада не меньше 10 μ сек., однако неизвестны случаи столь быстрого β -распада). Если же медленные электроны возникают при конверсии γ -лучей, следующих за β -распадом, то $\beta - e^-$ -совпадения должны быть (если время γ -излучения не больше 10 μ сек.). Мы произвели предварительные опыты по изучению $\beta - e^-$ -совпадений в No^{166} , пользуясь счетчиками с очень тонкими окнами и усилителем с разрешающей способностью $\tau \sim 0,3$ μ сек. Было обнаружено значительное количество $\beta - e^-$ -совпадений, которое уменьшалось в 10 раз, когда перед счетчиками помещались фильтры такой толщины, чтобы поглотились все медленные электроны (до 150 кэв.). Эти результаты явно говорят против гипотезы об изомерном превращении.

Второй путь для решения этого вопроса — точное измерение расстояния между K - и L -пиками. Оно должно быть равно 46,4 кэв в случае изомерного превращения в No^{166} и 47,8 кэв в случае γ -лучей Er^{166} . Малость K -пика не позволяет сделать эти измерения. В то же время разность $L - M$ у No и Er отличается гораздо меньше (7,25 и 7,51 кэв) и в пределах погрешности обе они совпадают с экспериментальным значением $7,2 \pm 0,5$ кэв. Поэтому решить этим путем вопрос о существовании изомерного превращения в No^{166} пока не удалось.

Помимо электронов, No^{166} испускает также жесткие γ -лучи, интенсивность которых спадает приблизительно с периодом $27,5 \pm 0,5$ часа. Измерения коэффициента поглощения этих лучей в свинце показали, что при толщинах от 0,3 до 5 см он остается постоянным и приблизительно равным $0,55 \text{ см}^{-1}$. Возможно, таким образом, что имеется монохроматическая γ -линия с энергией $h\nu \sim 1,5$ Мэв. Конверсионных электронов такой энергии мы обнаружить не смогли.

Мы считаем своим приятным долгом поблагодарить А. С. Завельского за существенную помощь в работе, А. В. Кудрявцеву, производившую измерения периода полураспада, и В. И. Серова, наблюдавшего $\beta - e^-$ -совпадения.

Физический институт
Ленинградского государственного университета
им. А. А. Жданова

Поступило
10 VII 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹Б. Джелепов, А. Башилов, А. Золотавин и Н. Антоньева, ДАН, 64, 803 (1949). ²G. Hevesy and H. Levi, Kgl. Danske, 14, No. 5 (1936); Nature, 137, 185 (1936). ³M. Inghram and R. Hayden, Phys. Rev., 71, 130 (1947). ⁴W. Böhne, Zs. f. Naturforsch., 1, 179 (1946). ⁵L. Seren, H. Friedlander and S. Turkel, Phys. Rev., 72, 888 (1947). ⁶L. Meitner, Ark. MAF, 27A, No. 17 (1940). ⁷Б. Джелепов и А. Кудрявцева, ЖЭТФ, 19, 761 (1949).