

ФИЗИКА

В. С. ШПИНЕЛЬ и Н. В. ФОРАФОНТОВ

КОНВЕРСИЯ НА ПОДГРУППАХ L -ОБОЛОЧКИ

(Представлено академиком Д. В. Скобельцыным 3 III 1950)

Сравнение числа конверсионных электронов N_K и N_L из оболочек K и L , полученного экспериментально, с теоретическими расчетами позволяет судить о характере (электрическое, магнитное) и мультипольности ядерного γ -излучения. Наряду с этим применяемым методом может быть использовано еще одно независимое определение мультипольности и характера γ -излучения из измерений отношения конверсий на уровнях L_I , L_{II} , и L_{III} оболочки L .

В процессе конверсии доминирующую роль играют s -электроны, что представляется вполне естественным, если учесть, что среднее расстояние от ядра для s -электронов меньше, чем для p -, d - и т. д. Однако теоретические расчеты (1), сделанные для магнитного излучения, показывают, что в некоторых случаях вероятность конверсии на $2p$ -электронах (для уровня L_{III}) может быть даже больше, чем на $2s$ -электронах.

В настоящей работе мы поставили перед собой задачу измерить отношение коэффициентов конверсий на подгруппах оболочки L для γ -перехода 238 кэв в ядре ThC. Для конверсионных электронов H_p с уровнями L_I и L_{II} отличаются на 0,17%, поэтому разрешить соответствующие линии в β -спектрометре представляется нелегкой задачей.

Для выполнения этих измерений мы воспользовались специальным β -спектрометром с неоднородным поперечным магнитным полем осевой симметрии, обладающим большой разрешающей способностью.

Источником служил активный осадок тория, высаженный на платиновую проволочку диаметром 0,05 мм. Регистрация электронов осуществлялась двумя β -счетчиками, работающими на совпадения, помещенными в общую коробку, заполненную смесью аргона с этиленом. Входное окошко в коробке заклеено целлULOидной пленкой толщиной 0,5 мг/см², а окошки счетчиков закрывались посеребрен-

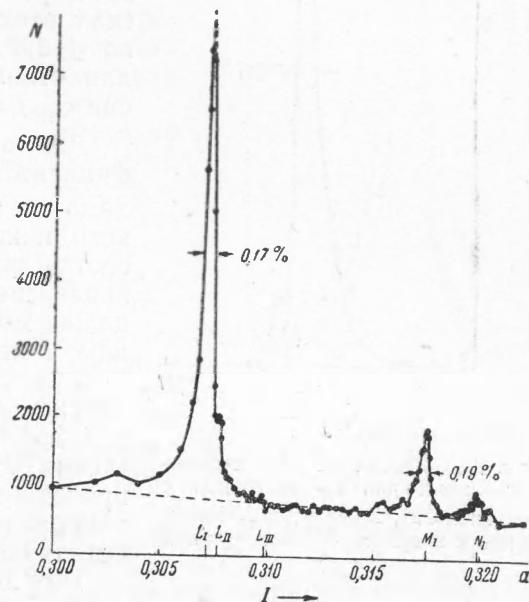


Рис. 1. Участок спектра Th($B + C + C''$) с конверсионными линиями с оболочками L , M и N для γ -перехода 238 кэв

ной пленкой толщиной 0,12 мг / см². Таким образом, суммарная толщина всех пленок составляла 0,86 мг / см².

На рис. 1 приведен исследованный нами участок спектра Th ($B + C + C''$), на который ложатся конверсионные линии с оболочками L , M и N для γ -перехода 238 кэв. По оси ординат отложено число считаемых электронов, по оси абсцисс — показания потенциометра, измеряющего ток в электромагните. Внизу отмечены положения конверсионных линий, взятые из известных значений энергии связи для электронов L_1 , L_{II} и L_{III} , энергия которых равна 221,72; 222,38 и 224,66 кэв, соответственно, а также положение электронов M и N .

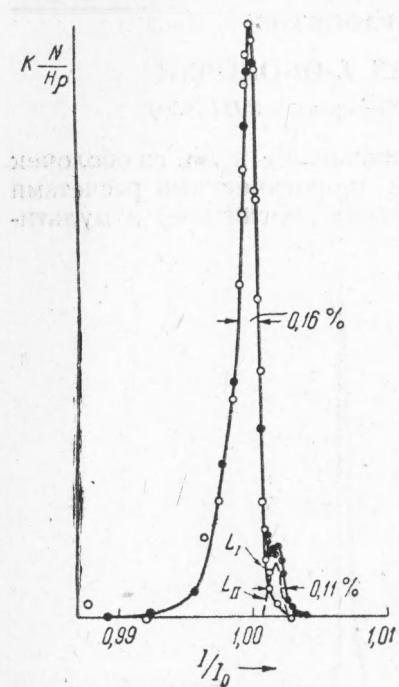


Рис. 2. Совмещение конверсионных линий для L_1 -электронов с энергией 221,72 кэв и для K -электронов с энергией 422 кэв (линии I и L)

ординат отложено число сосчитанных электронов, деленное на $H\rho$, по оси абсцисс — токи в отношении к току, соответствующему максимуму линии. Экспериментальные точки для линий I и L обозначены черными и белыми кружочками, соответственно.

При наложении производилось совмещение максимумов обеих кривых и все точки для линии L умножались на коэффициент, равный отношению высоты линии I к высоте линии L . Статистическая точность в измерении отдельных точек для линий I и L у основания кривых равна $\pm 1,6$ и $\pm 4\%$, соответственно.

Как видно из графика, линия L в точности совпадает с кривой для L_1 -электронов, как и должно быть для любой монохроматической линии. Вычитая из кривой $L_1 + L_{II}$ кривую для L_1 , получаем кривую для L_{II} , обозначенную на рис. 2 пунктиром. Аналогичную картину мы получили при совмещении линии I с близкой по энергии линией J (238,98 кэв). Полученное таким путем отношение коэффициентов конверсии на уровнях L_{II} и L_1 $\alpha_{L_{II}}/\alpha_{L_1} = 0,05$ (среднее из 5 измерений).

В этих измерениях полуширина линии I , соответствующей конверсии на уровне L_1 , составляет 0,17% (превышение над уровнем β -спектра в 10 раз); для линии J (оболочки M) мы получили несколько большее значение — 0,19%. На спектре отчетливо выделяются электроны с уровня L_{II} , а электроны с L_{III} едва превышают статистический разброс (для этих точек статистическая ошибка $\pm 2,3\%$), что дает верхний предел для отношения коэффициентов конверсии $\alpha_{L_{III}}/\alpha_{L_1} < 0,01$.

Для определения отношения коэффициентов конверсии $\alpha_{L_{II}}/\alpha_{L_1}$ необходимо площадь суммарного конверсионного пика $L_1 + L_{II}$ разделить на две составляющие площади, обусловленные конверсией на уровнях L_1 и L_{II} . С этой целью мы произвели наложение на линию I монохроматических линий большей и меньшей энергии (422 и 147,7 кэв), обусловленных K -электронами от γ -переходов 511 и 238 кэв, соответственно (линии F и L). Измерения этих линий проводились всегда последовательно с измерениями линии I на одном и том же источнике в тождественных условиях.

Результаты наложения линий I и L изображены на рис. 2. Здесь по оси

На рис. 3 показано совмещение линии I с более мягкой линией F . Как видно из рисунка, линия F шире линии I (половиширины линий F и I 0,25 и 0,15%, соответственно), вследствие чего кривые при совмещении не совпадают.

Наблюдаемое нами всегда некоторое расширение линии F по сравнению с шириной линии I и более жестких линий можно объяснить, если предположить, что для более мягких электронов линии F уже начинает сказываться поглощение в источнике. Расширение кривой, в основном, в сторону меньших энергий находится в согласии с таким предположением.

В табл. 1 приведены отношения коэффициентов внутренней конверсии на оболочках K , L , M и N для рассматриваемого γ -перехода 238 кэв с учетом поправки на поглощение в окошках. Для введения этой поправки нами были проделаны измерения с дополнительным фильтром из целлULOидной пленки толщиной 0,4 мг/см², установленным перед счетчиками. В этих измерениях пленка на входном окошке коробки имела толщину 0,3 мг/см², а на окошках счетчиков 0,05 мг/см².

Оказалось, что фильтр толщиной 0,4 мг/см² увеличивает отношение площадей конверсионных пиков S_L/S_K , соответствующих L - и K -электронам, на 23% при регистрации двумя счетчиками на совпадения, а при регистрации по одному переднему счетчику это отношение увеличивается на 17%. Такая же поправка принята для M - и N -электронов, так как их энергии мало отличаются от энергии L -электронов.

Для сравнения в таблице приведены данные Фламмерсфельда (²), работавшего с чрезвычайно тонкими пленками на окошках.

Как следует из наших данных при измерениях отношения коэффициентов конверсии на оболочках K и L , поправка на поглощение в окошке счетчика весьма существенна. Эта поправка не сказывается при измерениях относительных коэффициентов конверсии на подгруппах оболочки L .

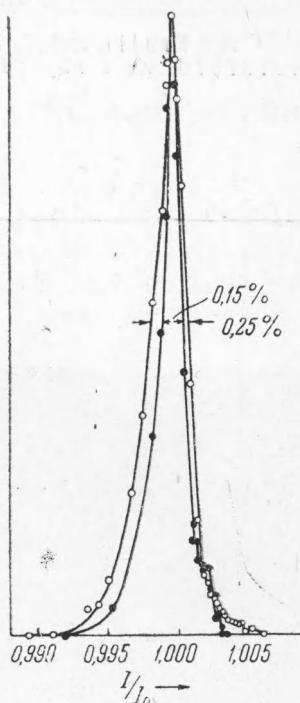


Рис. 3. Совмещение конверсионных линий для L_1 -электронов с энергией 221,72 кэв и для K -электронов с энергией 147,7 кэв (линии I и F)

Таблица 1

Оболочка	K	L_1	L_{II}	L_{III}	M	N
Энергия электронов в кэв	147,7	221,72	222,33	224,66	233,98	236,94
Площадь конверсионного пика, деленная на H_P в % от площади линии F . . .	100	17	0,85	< 0,17	3,36	1,01
Отношение коэффициентов внутренней конверсии в %:						
а) наши данные	100	15	0,75	< 0,15	3,2	0,9
б) по Фламмерсфельду . . .	100		18		5,6	

Полученные результаты пока не могут быть сопоставлены с теорией,
так как соответствующих расчетов для тяжелых ядер еще нет.

Выражаем благодарность проф. Л. В. Грошеву за ценные дискуссии
и В. М. Серебрийской за помощь в работе.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
2 III 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ N. Tralli and J. S. Lowen, Phys. Rev., **76**, 1541 (1949). ² A. Flandersfeld, Zs. f. Phys., **114**, 227 (1939).