

ПРОЯВЛЕНИЯ ЭНЕРГИЙ СВЯЗИ ЭЛЕКТРОНОВ В СПЕКТРАХ НЕКОГЕРЕНТНО РАССЕЯННЫХ γ -ЛУЧЕЙ

М.Г.Гаврилов, А.В.Давыдов

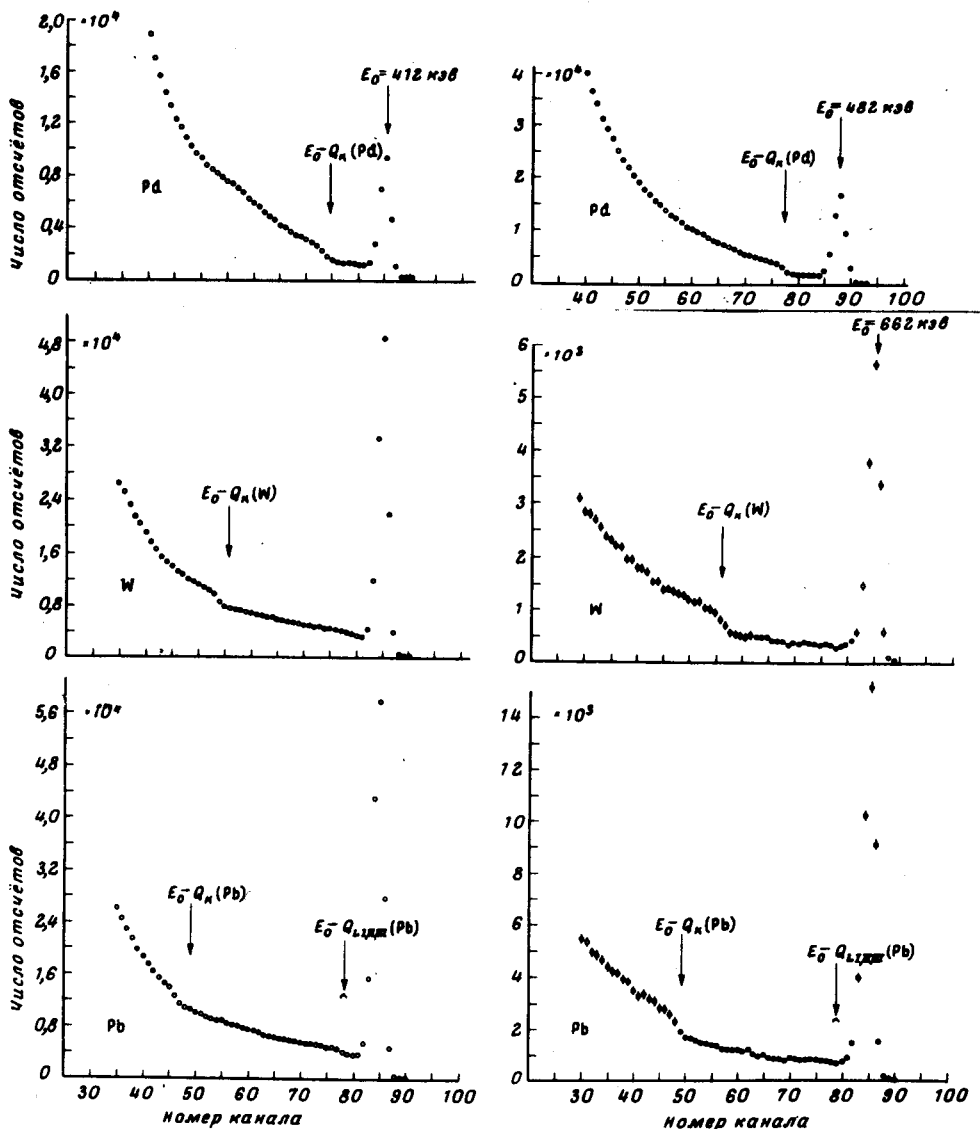
В спектрах γ -лучей с энергиями 412, 482 и 662 кэв, рассеянных образцами Pd, W и Pb, обнаружены ступени при энергиях, меньших первоначальных на величины соответствующих энергии связи K -электронов. Этот эффект приписывается участию K -оболочек в процессе некогерентного рассеяния γ -лучей.

Нами исследованы энергетические спектры γ -лучей с первоначальными энергиями 412 кэв (^{198}Au), 482 кэв (^{181}Hf) и 662 кэв (^{137}Cs), рассеянных на угол $\sim 90^\circ$ образцами Pd, W и Pb естественного изотопного состава. Как видно из рисунка в области, лежащей между пиками комптоновского и релеевского рассеяния, в спектрах обнаружены нерегулярности, имеющие вид ступеней. Положения этих нерегулярностей соответствуют энергиям $E_0 - Q_k$, где E_0 — первоначальная энергия γ -лучей, а Q_k — энергия связи K -электрона в атоме соответствующего рассеивателя. В случае свинцового рассеивателя, по-видимому, можно говорить и о проявлении аналогичных ступеней при энергии $(E_0 - Q_L)$, где Q_L — средняя энергия связи электронов в L -оболочке.

Измерения были выполнены с коаксиальным $\text{Ge}(\text{Li})$ -детектором объемом $\sim 25 \text{ см}^3$ для первых двух γ -источников и $\sim 50 \text{ см}^3$ — для третьего. При вышеуказанных энергиях ширина аппаратурной линии на ее полувысоте составляла примерно 6,5 кэв.

Для уменьшения загрузки мягкими γ -квантами и рентгеновским излучением во входном окне защитного свинцового экрана детектора устанавливались свинцовые фильтры толщиной 3 — 5 мм. Этой же цели служили и тонкие ($\sim 0,3 \text{ мм}$) фольги из Cu и Cd, выставившие

внутреннюю поверхность защитного экрана. Источники, активностью от 0,3 до 1,0 *кюри* помещались в свинцовый "домик" с коллиматором который давал на выходе пучок γ -лучей, полностью перекрываемый пластинами рассеивателей. Угловая расходимость пучка в плоскости рассеяния составляла $\sim 15^\circ$.



Измеренные участки спектров рассеянных γ -лучей с энергиями 412, 482 и 662 *кэВ*. Стрелками показаны положения энергий первичных γ -квантов, а также энергий, отличающихся от первичных на величину энергии связи электронов в *K*- или *L*-оболочке

Энергетическая область, в которой наблюдаются отмеченные нерегулярности, недоступна для γ -лучей, рассеянных свободными электронами: она соответствует взаимодействию, в котором γ -квант теряет гораздо меньшую энергию, чем при эффекте Комптона. Одним из

процессов, приводящих к появлению излучения в интересующей нас области, является некогерентное рассеяние связанными электронами. Минимальная потеря энергии γ -квантом в акте такого рассеяния должна быть весьма близка к энергии связи рассеивающего электрона (в условиях нашего опыта не отличима от нее); очевидно, невозможно передать K -электрону энергию, которая была бы меньше Q_k . Отсюда следует простая интерпретация спектров, изображенных на рисунке. В интервал энергий от $E_0 - Q_k$ до E_0 не могут попадать γ -кванты, испытывающие некогерентное рассеяние K -электронами. Эта область спектра соответствует γ -лучам, некогерентно рассеянными электронами более высоких оболочек. Скачкообразное же изменение интенсивности рассеянного γ -излучения у нижней границы указанного интервала соответствует включению K -оболочки в процесс рассеяния. Аналогичным образом можно объяснить и происхождение слабее выраженных нерегулярностей при энергии $(E_0 - Q_L)$ в спектрах, относящихся к свинцовому рассеивателю.

Следует отметить, что образованные падающими на рассеиватель γ -лучами фотоэлектроны создают тормозное излучение, неотличимое в условиях нашего опыта от рассеянных γ -лучей той же энергии. Это излучение может внести в измеряемые спектры вклад, напоминающий наблюдаемые нами ступени. Последнее связано с тем, что граничная энергия тормозного излучения тоже равна $E_0 - Q_i$, где Q_i — энергия связи электрона в i -й оболочке. Данные о выходе тормозного излучения [1], о сечении фотоэффекта в интересующей нас области энергий [2] и об удельной потере энергии фотоэлектронами в веществе [3] позволили оценить вклад тормозного излучения в образование наблюдающихся нерегулярностей в спектрах. Для случая свинцового рассеивателя и $E_0 = 482$ кэВ было рассчитано отношение выхода тормозного излучения K -фотоэлектронов в интервале 10 кэВ от верхней границы его спектра к выходу γ -квантов, испытывавших релеевское рассеяние, данные о котором получены интерполяцией результатов работ [4, 5]. Оказалось, что эта величина составляет не более 1/10 от наблюдаемой на опыте (при подсчете соответствующего отношения из экспериментальных данных считалось, что пик упругого рассеяния целиком обусловлен релеевским рассеянием γ -лучей, что в наших условиях вполне оправдано). Несмотря на невысокую точность приведенной оценки ($\sim 40\%$) можно с достаточной уверенностью говорить о том, что тормозное излучение фотоэлектронов играет лишь малую роль, в обнаруженном эффекте.

В заключение авторы сердечно благодарят М.М.Короткова, А.И.Зубкова, С.Н.Зубкова, А.М.Котова, Ю.И.Некрасова и Л.З.Федулова за помощь в наладке аппаратуры и проведении измерений.

Литература

- [1] J.W.Motz. Phys. Rev., 100, 1560, 1955.
 - [2] K.W.Seemann. Bull. Am. Phys. Soc., 1, 198, 1956.
 - [3] Альфа – бета и гамма-спектроскопия, под ред. К.Зигбана, М., Атомиздат, 1969 г. т. I, стр. 37, 1969 г.
 - [4] S.Anand, B.S.Sood. Nucl. Phys., 73, 368, 1965.
 - [5] F.Smend, M.Schumacher, I.Borchert. Nucl. Phys., A213, 309, 1973.
-