

Г. Д. ЛАТЫШЕВ, В. В. ГЕЙ, А. А. БАШИЛОВ и И. Ф. БАРЧУК

МОНОХРОМАТИЧЕСКИЕ ПОЗИТРОНЫ ВНУТРЕННЕЙ КОНВЕРСИИ

(Представлено академиком А. Ф. Иоффе 24 XI 1948)

1. Монохроматические позитроны в спектре внутренней конверсии. При исследовании спектра позитронов внутренней конверсии RaC' В. В. Геом, Г. Д. Латышевым и М. В. Пасечником было замечено наличие острых пиков, накладывающихся на обычный непрерывный спектр позитронов внутренней конверсии.

Методом, подробно описанным в работе (1), и на том же приборе нами были предприняты специальные измерения тех мест спектра, где такие острые пики наблюдаются.

На рис. 1 приведен один из участков спектра в интервале энергий от 1610 до 1630 keV (приводимые в статье значения энергий позитронов соответствуют наблюдаемой кинетической энергии позитронов плюс $2 mc^2$).

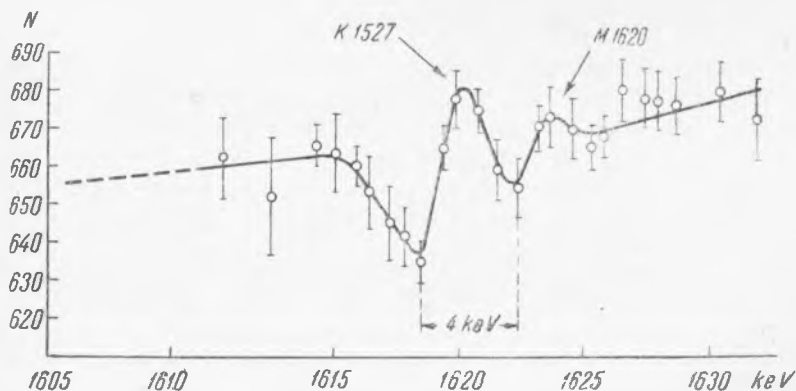


Рис. 1. Пик K_{1527} монохроматических позитронов от γ -линии 1527 keV, когда парный электрон захватывается K -оболочкой атома. По оси абсцисс отложена кинетическая энергия позитронов в keV плюс $2 mc^2$. По оси ординат — число позитронов в условных единицах

Из рис. 1 видно, что, наряду с непрерывным спектром позитронов, соответствующим γ -линии 1620 keV и обрывающимся около этого значения энергии, имеется острый пик с максимумом при энергии в 1620 keV. Из экспериментальной кривой видно, что ширина пика по основанию линии равна 4 keV.

Разрешающая способность нашего прибора равна 0,6% по основанию линии. Так как кинетическая энергия позитронов, соответствующих пику, равна $1620 - 1022 = 598$ keV, то ожидаемая ширина монохроматической линии для этой энергии должна быть $600 \cdot 0,6 : 100 \cong 3,6$ keV.

Отсюда можно заключить, что наблюдаемый нами пик соответствует монохроматическим позитронам.

Приведенная на рис. 1 кривая является усредненной по 6 отдельным независимым измерениям рассматриваемого участка.

2. Природа монохроматических позитронов. При обсуждении экспериментальных результатов Л. А. Сливом было высказано предположение, что наличие острых пиков обусловлено особым типом внутренней конверсии, когда электронная компонента пары захватывается свободным уровнем в оболочке атома. Такие свободные уровни в атоме можно ожидать при каскадных переходах в ядрах с богатой системой уровней, каким является ядро RaC' . Л. А. Сливом были произведены теоретические расчеты, показывающие, что такое явление должно наблюдаться*.

3. Энергетические соотношения для монохроматических позитронов. Согласно высказанному предположению, кинетическая энергия монохроматических позитронов должна быть равна

$$E_m = h\nu - 2mc^2 + P, \quad (1)$$

где $h\nu$ — энергия γ -кванта; P — работа вырывания электрона оболочки с данного уровня. Для атома RaC' эта работа равна 93, 17 и 4 keV. соответственно для оболочек K , L и M .

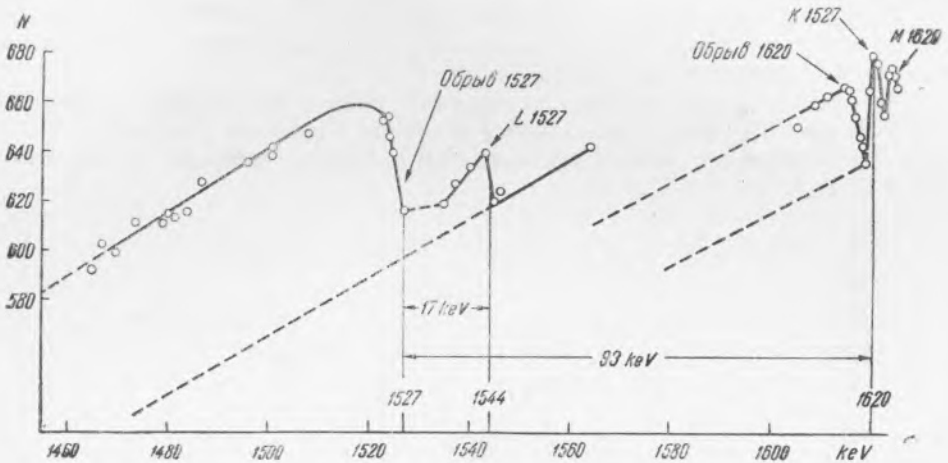


Рис. 2. Пики монохроматических позитронов, которые получаются, когда парные электроны захватываются свободными уровнями в K -, L -, M -оболочках

На рис. 2 приведен участок спектра позитронов от 1460 до 1630 keV. На этом участке имеется два обрыва в спектре позитронов, соответствующих γ -линиям 1527 и 1620 keV и три монохроматических пика, обозначенных нами: L_{1527} ; K_{1527} ; M_{1620} .

Пик L_{1527} находится на расстоянии 17 keV, а пик K_{1527} — на расстоянии 93 keV от обрыва, соответствующего γ -линии 1527 keV.

Согласно уравнению (1) первый должен быть приписан монохроматическим позитронам от линии 1527 keV, когда парный электрон захватывается L -оболочкой, а второй — монохроматическим позитронам от той же линии, когда парный электрон захватывается K -оболочкой.

Пик M_{1620} соответствует монохроматическим позитронам от линии 1620 keV, когда парный электрон захватывается M -оболочкой.

4. Монохроматические позитроны и радиационная ширина уровней возбужденного ядра RaC' . Из опытных дан-

* Статья Л. А. Слива будет помещена в ДАН, 64, № 3 (1949).

ных можно получить отношение числа монохроматических позитронов к парным позитронам, которое равно отношению площадей пика и непрерывного спектра для данной γ -линии.

Обозначим S_m — площадь пика монохроматических позитронов, а S_p — площадь непрерывного спектра позитронов. Тогда для линии 1527 keV имеем:

$$\text{для пика } K_{1527} \quad S_m : S_p = 3 \cdot 10^{-3};$$

$$\text{для пика } L_{1527} \quad S_m : S_p = 5 \cdot 10^{-3}.$$

Согласно теории Л. А. Слива, это отношение задается формулой

$$\frac{S_m}{S_p} = \frac{w_m}{w_p} w_K \frac{\Gamma_\gamma}{\Gamma_K}, \quad (2)$$

где $\frac{w_m}{w_p}$ есть отношение вероятности образования монохроматического позитрона к вероятности вылета пары, w_K означает вероятность образования свободного уровня в K -оболочке атома, Γ_γ есть радиационная ширина ядерного уровня, соответствующего данной γ -линии, Γ_K — полная ширина K -уровня оболочки атома. Аналогичные формулы будут и для других оболочек атома.

При такой богатой системе уровней, которая имеется в ядре RaC' , можно предположить, что вероятность ионизации K -оболочки w_K близка к единице.

По данным Г. Д. Латышева (2), линия 1527 keV квадрупольная.

Для квадрупольной линии с этой энергией отношение $\frac{w_m}{w_p}$ по расчетам

Л. А. Слива равно 0,5. Ширину Γ_K можно получить экстраполяцией теоретических и экспериментальных данных, имеющих для атома Au (79), которая получается равной 60 eV (3, 4).

Подставляя численные значения в формулу (2), имеем:

$$3 \cdot 10^{-3} = 0,5 \cdot 1 \cdot \Gamma_\gamma : 60,$$

откуда $\Gamma_\gamma \cong 0,4$ eV. Аналогичные расчеты для пика L_{1527} дают $\Gamma_\gamma \cong 0,5$ eV.

Полученные значения ширины уровня для линии 1527 keV ядра RaC' 0,4—0,5 eV дают нижний предел, так как мы предположили, что вероятность ионизации w_K равна единице.

5. Монохроматические позитроны и вопрос о числе линий в спектре позитронов внутренней конверсии RaC' . В работе (1) приведен список γ -линий ядра RaC' , следуемый из спектра позитронов внутренней конверсии; на основании данной работы часть γ -линий должна быть отнесена за счет монохроматических позитронов и истинное число γ -линий, естественно, будет меньше. Полный анализ спектра позитронов будет опубликован в подробной статье.

Ленинградский физико-технический
институт Академии наук СССР

Поступило
22 XI 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. В. Гей, Г. Д. Латышев и В. М. Пасечник, Изв. АН СССР, сер. физ., 12, № 6 (1948). ² Г. Д. Латышев, ЖЭТФ, 14, 3—4, 65 (1944); Rev. of Mod. Phys., 19, 132 (1947). ³ E. G. Ramberg and F. K. Richtmyer, Phys. Rev., 51, 913 (1937). ⁴ H. S. W. Massey and E. H. S. Burhop, Proc. Roy. Soc., 153, 661 (1936).