

К ВОПРОСУ О КОРРЕЛЯЦИИ ГАММА-КВАНТОВ РЕНТГЕНОВСКОГО ДИАПАЗОНА

В.Г.Лабужкин, Е.П.Николаев

Вопросы когерентности и корреляционных свойств фотонов оптического диапазона детально рассмотрены в ряде работ [1 – 5]. Представляет интерес возможность распространения идей оптики на рентгеновскую область, где имеется и ряд самостоятельных задач: изучение интерференционных эффектов в ядерной физике [6, 7], проблема создания рентгеновского лазера [8,9], изучение интерференционных свойств отдельных фотонов [5, 10, 11] и т.д. Поэтому привлекает внимание экспериментально обнаруженный в [12] значительный эффект корреляции γ -квантов, заключающийся в одновременном (в пределах $3 \cdot 10^{-6}$ сек) попадании в счетчик фотонов, излученных мёссбауэровским изотопом Sn-119. Указанный эффект может быть вызван либо индуцированным γ -излучением, либо корреляцией типа Брауна – Твисса, либо каким-нибудь новым неизученным явлением.

Обстоятельное рассмотрение возможности наблюдения индуцированного γ -излучения [13] показывает, что при использовании изотопа Rh-103 с очень узкой линией ($\Delta E = \hbar/\tau = 2 \cdot 10^{-19}$ эв) возникает не более одного индуцированного γ -кванта на 10^6 спонтанных при соблюдении ряда трудно осуществимых экспериментальных условий. Поскольку время жизни возбужденного состояния изотопа Sn-119 значительно меньше (τ , следовательно, больше ширина мёссбауэровской линии), чем у Rh-103, эффект индуцированного излучения Sn-119 практически не может быть наблюдаем.

Схема опыта Колпакова и Кузьмина [12] в значительной мере аналогична схемам опытов Брауна и Твисса [3, 14]. Однако расчет с помощью аппарата, развитого Перселом [15], а также оценки, сделанные в одной из последних работ [16], показывают практическую невозможность обнаружения эффекта Брауна – Твисса в пучках γ -квантов мёссбауэровских источников (время регистрации γ -квантов должно быть в 10^{12} раз больше времени регистрации фотонов света).

Поскольку эффект, обнаруженный в работе [12], не может быть объяснен соображениями; изложенными выше, мы предприняли попытку повторить эксперимент работы [12]. При соблюдении условий коллимации и геометрии опыта, имевших место в работе [12] (диаметр

коллиматора $0,2 \text{ мм}$)¹⁾, скорость счета γ -квантов имела величину, существенно меньшую величины, приведенной в работе [12]. Это привело нас к мысли о том, что наблюдаемый авторами [12] эффект не имеет отношения к корреляции γ -квантов, а является следствием экспериментальных ошибок. Как показал расчет величины ослабления пучка γ -квантов в условиях эксперимента работы [12], который мы не приводим ввиду его элементарности, скорость счета γ -квантов источника Sn-119 не могла иметь величину 30 мм/сек .

Возможной причиной, приведшей к регистрации такой скорости счета, могло быть высокоэнергетическое γ -излучение источника Sn-119²⁾, достаточно свободно проникающее через стенки коллиматора и защитный экран счетчика. Проведенные нами эксперименты, при которых γ -излучение с энергией $23,8 \text{ кэв}$ полностью поглощалось слоем свинца, позволили, тем не менее, наблюдать эффект, аналогичный эффекту, описанному в работе [12]. Величина этого эффекта, не имеющего никакого отношения к корреляции γ -квантов, менялась при изменении геометрии опыта и принимала всевозможные значения (вплоть до 50%, что в два раза больше эффекта, описанного в работе [12]).

И, наконец, нами был поставлен эксперимент, который должен был бы привести к обнаружению эффекта корреляции γ -квантов источника Sn-119 в случае его существования. Поскольку обнаруженный авторами [12] эффект заключался в одновременном (в пределах разрешающего времени счетчика) попадании γ -квантов в счетчик, это обстоятельство должно приводить к образованию в спектре γ -квантов, падающих на сцинтилляционный кристалл, дополнительного пика с энергией, большей энергии одиночно падающих в кристалл γ -квантов. Данное явление объясняется механизмом возникновения сцинтилляций [17] и проверялось нами экспериментально.

Интенсивный пучок γ -квантов источника Sn-119 с энергией $23,8 \text{ кэв}$ попадал в сцинтилляционный счетчик, состоящий из кристалла NaJ(Tl) и фотоумножителя ФЭУ-35А. Сигналы с выхода ФЭУ анализировались с помощью 256-канального амплитудного анализатора импульсов типа АИ-256. В спектре γ -излучения источника появлялся дополнительный

¹⁾ Подробные данные о проведении эксперимента были любезно предоставлены нам авторами работы [12].

²⁾ Экспериментально было установлено наличие в спектре γ -излучения источника Sn-119 линий с энергией до 600 кэв .

пик, обусловленный случайными совпадениями γ -квантов в пределах разрешающего времени сцинтилляционного счетчика.

Интенсивность пучка γ -квантов уменьшалась до величины, при которой число случайных совпадений в счетчике становится пренебрежимо малым. При этом не было зарегистрировано дополнительного пика в спектре γ -излучения источника, что говорит об отсутствии в пучке γ -квантов, попадающих в счетчик одновременно.

Таким образом, эффект корреляции в пучке γ -квантов источника Sn-119, обнаруженный в работе [12], следует считать ошибочным.

Всесоюзный
научно-исследовательский институт
физико-технических
и радиотехнических измерений

Поступило в редакцию
6 сентября 1968 г.

Литература

- [1] Квантовая оптика и квантовая радиофизика, под ред. О.В.Богданкевича и О.Н.Крохина. Изд. Мир, М., 1966, стр.93.
- [2] Э.Вольф, Л.Мендель. УФН, 87, 491, 1965; 88, 347, 1966; 88, 619, 1966.
- [3] R. H. Brown, R. Q. Twiss. Nature, 177, 27, 1956.
- [4] U. Fano. Amer. J. Phys., 29, 539, 1961.
- [5] Ю.П.Донцов, А.И.Базь. ЖЭТФ, 52, 3, 1967.
- [6] М.И.Подгорецкий, О.А.Хрусталеv. УФН, 81, 217, 1963.
- [7] Д.А.Варшалович. Изв. АН СССР. Сер.физ., 28, 275, 396, 1964; ЯФ, 3, 643, 1966.
- [8] W. L. Bond, M. A. Dugray, P. M. Rentzepis. Appl. Phys. Lett., 10, 216, 1967.
- [9] M. A. Dugray, P. M. Rentzepis. Appl. Phys. Lett., 10, 350, 1967.
- [10] R. H. Dicke. Phys. Rev., 93, 9, 1954.
- [11] L. Janossy, Zs. Naray. Act. Phys. Acad. Sci Hung., 7, 403, 1957.
- [12] А.В.Колпаков, Р.Н.Кузьмин. Письма ЖЭТФ, 7, 61, 1968.
- [13] V. Vali, W. Vali. Proc. IEEE, 51, 223, 1963.
- [14] R. H. Brown, R. Q. Twiss. Proc. Roy. Soc. (London), A242, 300, 1957; A243, 291, 1957.
- [15] E. M. Purcell. Nature, 178, 1449, 1956.
- [16] В.Г.Барышевский, М.И.Подгорецкий. ЖЭТФ, 55, 312, 1968.
- [17] В.О.Вяземский и др. Сцинтилляционный метод в радиометрии, М., Госатомиздат, 1961.