

эти механизмы уширения линии. (Быстрая переориентация ядер радиочастотным полем ослабляет диполь-дипольное взаимодействие, усредняя его величину, имеющую разл. знак при разл. ориентации спинов. Одновременно ослабляется магн. взаимодействие ядер с соседними атомами и взаимодействие электр. квадрупольных моментов ядер с внутрикристаллич. электр. полями.) Аналогично подавляется т. п. хим. сдвиг. Т. о., искусств. сужение линии γ -резонанса позволяет приблизиться к созданию Г.-л. на долгоживущих изомерах.

В схемах на короткоживущих изомерах (В. И. Гольданский, Ю. М. Каган) осн. проблема — механизм возбуждения (накачка) ядер. Накачка должна быть интенсивной и селективной. Эффективно возбуждая рабочие ядра, она должна минимально возмущать состояние решётки кристалла. Наиб. близки к выполнению указанных требований след. виды возбуждения ядер: захват тепловых нейтронов (см. *Радиационный захват*), радиац. возбуждение (*синхротронным излучением*, *характеристическим излучением*, *рентгеновским излучением* и др.), а также возбуждение пучком заряж. частиц.

Исследовалась также возможность совмещения преимуществ двух схем: не критичности параметров накачки в схеме на долгоживущих изомерах и малости произведений Γt в схеме на короткоживущих изомерах. Это можно, напр., осуществить при наличии двух близко лежащих ядерных уровней с разл. временами жизни и энергетич. разницей, соответствующей энергии кванта оптич. или УФ-лазера, к-рый может стимулировать переход с долгоживущего ядерного подуровня на короткоживущий. Т. о., накачка осуществляется на долгоживущем переходе, а генерация — на короткоживущем. Такая схема аналогична традиц. лазерной трёхуровневой схеме с той разницей, что в последней накачивается широкий короткоживущий уровень, а генерация идёт на более долгоживущем узком переходе.

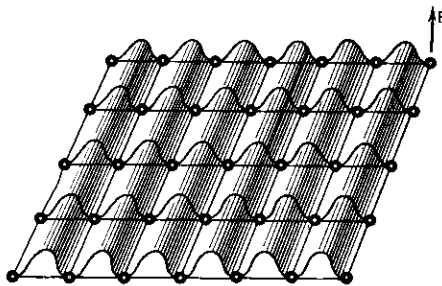


Рис. 2. Волновая картина в кристалле, характеризующая обращение в 0 электрического поля E в точках расположения атомов для брэгговски связанных мод.

Из-за низкой отражательной способности материалов в γ -диапазоне традиц. схема *оптических резонаторов* непригодна. Однако возможно использование аномально низкого поглощения γ -излучения по определённым направлениям в кристалле, для к-рых выполняется *Брэгга — Вульфа условие* (эффект Бормана). В этих направлениях происходит сильное отражение от атомных плоскостей кристалла. В результате в кристалле распространяются 2 плоские волны под углом друг к другу и напряжённость интерференц. электр. поля в узлах решётки равна 0 (рис. 2). Поэтому γ -кванты не теряют энергию на вырывание электронов и резко понижается вероятность поглощения γ -квантов. Однако одновременно с этим понижается и величина коэф. усиления (подавление неуругих каналов ядерных реакций). Тем не менее использование ядерных переходов мультипольности выше, чем $E1$, даёт результирующий выигрыш. Играет роль и форма кристалла. В иглообразном кристалле возникают моды с устойчивой поперечной конфигурацией, для которых поглощение мало, как и для плоских волн в условиях эффекта Бормана. Из-

лучение с боковых граней очень мало (рис. 3), т. к. интенсивность поля для слабозатухающей моды у граней кристалла незначительна.

Генерация когерентного γ -излучения возможна также при вынужденной аннигиляции электронно-позитронных пар, при взаимодействии высокоэнергетич. встречных пучков заряж. частиц с пространственно периодич. структурами (напр., распространение релятивистских пучков в кристаллах).

Выше в качестве механизма генерации когерентного γ -излучения рассматривался процесс вынужденного излучения. Известен и др. механизм, а именно т. п. сверхизлучение, когда когерентность испущенных фотонов является следствием корреляции состояний отдельных ядер — излучателей. Было показано, что при радиац. распаде системы возбуждённых ядер режим сверхизлучения более вероятен. Поскольку пороговое значение плотности возбуждённых ядер для режимов сверхизлучения и вынужденного излучения определяется одним и тем же условием, то осн. проблемы и пути их решения одинаковы для обоих подходов.

Лит.: Ильинский Ю. А., Проблема гамма-лазера, «Природа», 1978, № 9; Waldwin G. C., Solem J. C., Goldanskii V. L., Approaches to the development of gamma-ray lasers, «Rev. Mod. Phys.», 1981, v. 53, № 4, pt 1, p. 687. А. В. Андреев.

ГАММА-СПЕКТРОМЕТР, прибор для измерения энергии γ -квантов и интенсивности γ -излучения. Регистрация и измерение энергии γ -квантов в большинстве случаев связаны с наблюдением электронов или электрон-позитронных пар, возникающих при взаимодействии *гамма-излучения* с веществом в процессах комптоновского рассеяния, фотоэлектрич. поглощения и образования пар. Различия в зависимости эффективных сечений этих процессов от энергии γ -квантов, а также от ат. номеров Z элементов, входящих в состав вещества детектора, обуславливают выбор наиб. эффективного для данной области энергии γ -квантов метода их регистрации и определения энергии. Осн. частью Г.-с. является детектор γ -квантов. В нек-рых детекторах ф-ция регистрации фотонов совмещена со спектрометрич. ф-цией, т. е. они сами могут служить Г.-с. Сюда относятся сцинтилляц. и полупроводниковые детекторы, пропорц. счётчики, ионизац. камеры. В других, более сложных Г.-с. эти ф-ции разделены. К таким приборам относятся кристалл-дифракц. Г.-с., магн. спектрометры, а также применяемые для спектрометрии γ -квантов высокой энергии пузырьковые камеры.

Основные характеристики Г.-с. — разрешающая способность и эффективность. Под разрешающей способностью обычно понимается величина $\Delta E/E$, где E — энергия регистрируемых моноэнергетич. γ -квантов, а ΔE — ширина измеренной данной Г.-с. γ -линии на половине её высоты. Иногда в литературе в качестве меры разрешающей способности указывают просто абс. величину ΔE . Эффективностью Г.-с. наз. выраженная в % доля, к-рую составляют зарегистрированные прибором γ -кванты данной энергии от общего числа γ -квантов, попадающих в детектор Г.-с. Для одного и того же Г.-с. эффективность обычно сильно зависит от энергии γ -квантов. Иногда Г.-с. характеризуют светосилой, под которой понимается отношение числа зарегистрированных за определённое время γ -квантов к общему их числу, испущенному источником за то же время.

Ниже порога рождения пар (1,022 МэВ) регистрация γ -квантов ведётся по комптоновским и фотоэлектронным. В области совсем малых энергий (десятки кэВ) осн. роль играет фотоэффект. При высоких энергиях

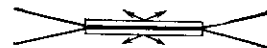


Рис. 3. Волновая картина поля в иглообразном кристалле в условиях эффекта Бормана; излучение с боковых граней мало.