

Кроме импульсного возбуждения, коллективные биения могут возникать при периодич. модуляции интенсивности возбуждающего процесса, а также при модуляции энергетич. зазора (частоты ω_{12}) между интерферирующими уровнями. В этих случаях биения приобретают характеристики резонансов. В первом случае интенсивность спонтанного излучения (или коэф. поглощения) меняется с частотой модуляции возбуждения, причём амплитуда этого периодич. изменения достигает максимума при совпадении частоты модуляции с ω_{12} (т. н. резонанс биений). Впервые резонанс биений наблюдался в опытах по осуществлению



Рис. 1. а — Трёхуровневая система; б — Кинетика распада суперпозиционного состояния.

оптической ориентации атомов с помощью циркулярно поляризованного резонансного излучения, направленного поперёк магн. поля. Процесс ориентации можно трактовать как передачу угл. момента фотонов поляризованного света атомам, к-рые выстраиваются параллельно или антипараллельно пучку света. Это сопровождается обычно уменьшением поглощения света ориентированными атомами. Без магн. поля установлению полной ориентации мешают только релаксац. процессы. При наличии перпендикулярного пучку магн. поля ориентированный атом попадает по отношению к магн. полю в суперпозиц. состояние, что классически описывается прецессией вокруг вектора поля. Т. к. распределение фаз такой прецессии для разных атомов равномерное, в среднем ансамбль атомов оказывается неориентированным. Однако если ориентирующий световой пучок модулировать по интенсивности с частотой прецессии атомов, то возникает синфазно прецессирующая группа атомов, взаимодействующая со светом как ориентированная система. Следствием этого является интегральное изменение поглощения ориентирующего пучка света. Непосредственно прецессия может быть обнаружена с помощью вспомогат. пучка света пост. интенсивности, к-рый после взаимодействия с атомами приобретёт амплитудную модуляцию на частоте прецессии.

Резонанс биений в люминесценции следует отличать от тривиальной модуляции люминесценции, связанной с колебаниями населённости излучающих состояний при прерывистом возбуждении. Эта тривиальная модуляция падает с ростом частоты прерываний возбуждения за счёт инерционности спонтанного излучения. В отличие от этого интерференц. резонанс биений возникает с равной интенсивностью вне зависимости от времени жизни системы.

В случае модуляции энергетич. интервала между интерферирующими состояниями наблюдается параметрический резонанс. Он выражается в появлении модуляции в спонтанном излучении (или в поглощении) системы атомов, когда интервал между подуровнями возбуждённого состояния модулируется с частотой, равной частоте расщепления уровней или в целое число раз меньшей. Параметрич. резонанс характеризуется бесконечным набором гармоник в интенсивности излучения, причём для каждой гармоники имеется множество резонансов. Параметрич. резонанс наблюдается чаще при модулировании расщепления уровней магн. полем, реже при модуляции электр. полем штарковских подуровней.

Пересечение уровней имеет место при постоянном во времени возбуждении, в случае, когда интерферирующие состояния вырождены по энергии. Пересечение уровней можно интерпретировать как остановившиеся биения, биения с нулевой частотой $\omega_{12}=0$. Спонтанное

излучение поляризовано, его интенсивность в разных направлениях различна. При снятии вырождения к.-л. внеш. воздействием, напр. магн. полем, поляризация излучения и его интенсивность в заданном направлении меняются. Меняются они и с изменением величины приложенных полей. Это изменение интенсивности и является сигналом пересечения уровней. Ширина сигнала связана с атомными константами: с временем релаксации, магн. моментами ядра и электронной оболочки и с их взаимодействием.

По угл. зависимостям и характеру поляризации И. с. можно разбить на группы, связанные с т. п. поляризац. моментами. Линейным преобразованием (разложением по неприводимым тензорам группы вращений) матрицу плотности можно привести к такому виду, в к-ром она распадается на ряд групп, представляющих разл. рангов, каждый из к-рых преобразуется операцией вращения самостоятельно. Эти группы и составляют поляризац. моменты. Компоненты этих моментов, перпендикулярные оси квантования, непосредственно связаны с когерентностью.

Первый поляризац. момент наз. ориентацией, он образуется при возбуждении светом, поляризованным по кругу, и соответствует наведённому в ансамбле внеш. возмущением макроскопич. магн. моменту. Ориентация соответствует интерференция вырожденных или почти вырожденных состояний с магн. числами, отличающимися на единицу.

Второй момент наз. выстраиванием, он образуется при И. с., отличающихся по проекции момента на 2. Возникает выстраивание при облучении линейно поляризованным светом, естеств. светом определ. направления и при соударениях. Физически выстраивание можно трактовать как появление в ансамбле частиц электр. квадрупольного момента. Выстраивание может быть одноосным и двуосным.

Как ориентация, так и выстраивание могут разрушаться при снятии вырождения уровней, что сопровождается изменением диаграммы направленности излучения атомов, приближающейся к сферически симметричной.

В физ. эксперименте И. с. широко используется для нахождения атомных и молекулярных констант, в первую очередь констант релаксации. Если известно расщепление уровня в зависимости от магн. поля, т. е. Ланде множитель, то константу релаксации можно найти из ширины сигнала пересечений уровней в магн. поле. Для свободных атомов время релаксации поляризац. моментов совпадает с радиац. временем жизни, но в условиях межатомных столкновений этого совпадения может и не быть. И. с. применяется также для изме-

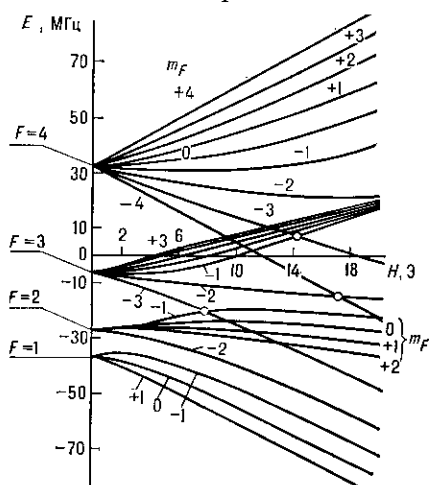


Рис. 2. Энергетическая схема $6P_{1/2}^{85}Rb$. Светлыми кружками отмечены вырождения уровней, при которых наблюдается сигнал интерференции.