

Когерентность в квантовой физике

Кужир П.Г., Морозова Н.Г.

Белорусский национальный технический университет

В квантовой физике когерентность трактуется в более широком смысле, чем при рассмотрении волновых явлений. Когерентность понимаем как согласованность внутренних процессов, когда в системе возникает упорядоченность или самоорганизация. Цель изучения лазера: выявление общих методов и закономерностей, приводящих к возникновению когерентного излучения.

Обычные источники света создают некогерентное излучение. Для получения когерентного излучения среда должна находиться в сильно неравновесном состоянии, для которого характерна высокая степень упорядоченности атомных, молекулярных избирательно возбуждаемых состояний. При достижении определенных условий накачки в среде лавинообразно нарастает вынужденное излучение.

Неравновесность состояний может быть описана с использованием синергетического подхода. Для этих процессов характерно образование высокоупорядоченных структур из хаоса. Однако такая упорядоченность возможна при наличии внешнего воздействия на систему.

Малая накачка, при которой спонтанное излучение преобладает над вынужденным, не выводит систему из равновесия и лазер работает как обычная лампа, излучая некогерентное излучение. При увеличении интенсивности накачки система становится открытой и выходит из состояния равновесия. Излучение системы становится направленным. Это состояние в синергетике характеризуется как бифуркация. При критической накачке система без вмешательства извне становится упорядоченной, идет стабильное лавинное нарастание когерентного излучения. Такой процесс можно определить как самоорганизацию. Поэтому теперь когерентность следует трактовать как макроскопический порядок, возникающий благодаря самоорганизации. Например, в газовом лазере коллектив хаотически движущихся атомов в результате накачки демонстрирует согласованное поведение. На смену хаосу приходит порядок. В равновесном состоянии такой порядок возникнуть не может. Поэтому основным условием возникновения когерентности должна быть открытость системы и ее неравновесность. Кроме этого в системе должна присутствовать положительная обратная связь.

Таким образом, на примере работы лазера студенты знакомятся с совершенно другим представлением о когерентности, которое значительно расширяет представления, сложившиеся при изучении волновых явлений.