

## НОВАЯ КНИГА ПО ЛАЗЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

**В. С. Летохов, В. П. Чеботаев.** Принцип нелинейной лазерной спектроскопии. М., «Наука», 1975, 280 с.

Монография В. С. Летохова и В. П. Чеботаева посвящена многообразным нелинейным явлениям, связанным с воздействием лазерного монохроматического излучения на атомные и молекулярные газы. На основе этих явлений возникла интенсивно развивающаяся новая отрасль спектроскопии сверхвысокого разрешения, позволяющая регистрировать структуру оптических переходов без ограничений, связанных с доплеровским уширением спектральных линий. Классическая спектроскопия разработала множество остроумных способов анализа структуры *уровней* с разрешением, определяемым их естественной шириной, но для анализа *переходов* она обладает только одним, весьма ограниченным в применениях методом молекулярных пучков. Лазерная спектроскопия оперирует набором приемов устранения доплеровского уширения переходов, а в некоторых случаях позволяет исследовать и состояния, между которыми происходит переход. Технический предел разрешения нелинейной лазерной спектроскопии (НЛС) имеет порядок десятков килогерц, а точность фиксации центра линии оптического резонанса достигает долей герца.

Как резюмируют авторы в заключении, все многообразие эффектов и методов НЛС является развитием трех принципиально различных идей. 1. Изменение функции распределения частиц по скоростям на уровнях  $m$  и  $n$  при воздействии на переход  $m - n$  когерентной световой волны. Эта идея является новым прочтением идеи молекулярных пучков: коллимированная световая волна из всего ансамбля частиц газа взаимодействует только с теми, проекция скоростей которых на волновой вектор удовлетворяет условию резонанса. Нелинейность взаимодействия, связанная с насыщением перехода, физически выделяет этот подансамбль частиц и позволяет исследовать его независимо от остальных. 2. Двухквантовый переход в поле двух встречно бегущих волн с равными или близкими частотами, сумма которых удовлетворяет условию двухквантового резонанса. Такой переход сопровождается компенсацией доплеровского смещения частоты резонанса, причем независимо от скоростей движения частиц, т. е. для всех частиц ансамбля одновременно. Если первое «пучковое» направление имеет возраст около 15 лет, то второе, двухфотонное (указанное одним из авторов с сотрудниками в 1970 г.), начало плодоносить только в 1974 г., когда лазерная техника достигла нужного уровня развития. В 1975 г. поток работ по двухфотонным узким резонансам определил главное событие года в оптике. 3. Выделение оптическими методами частиц с заданными составляющими скоростей, в частности, «замораживание» частиц, т. е. создание ансамблей с аномально низкими скоростями движения, в том числе и финитного. Это направление представлено главным образом перспективными предложениями авторов.

Структура монографии такова. Первая глава содержит краткий обзор нелазерных методов спектроскопии сверхвысокого разрешения и основы теории взаимодействия монохроматического излучения с неоднородно уширенным переходом. Рассмотрение проведено в рамках полуклассической схемы, включающей квантовомеханическое описание частиц, взаимодействующих с классическим электромагнитным полем. В главе 2 рассмотрены различные методы осуществления резонансов насыщения внутри широкой доплеровской линии. В главе 3 исследованы особенности двухчастотной лазерной спектроскопии на связанных переходах. Остальные три главы посвящены применениям узких резонансов. В главе 4 рассмотрены спектроскопические применения НЛС: исследование естественной ширины переходов атомов и молекул и их структуры, связанной с изотопическими сдвигами, со сверхтонким взаимодействием и с воздействием внешних полей. Существенно новые результаты принесло применение НЛС к изучению влияния столкновений на частоты переходов. Глава 5 рассказывает о стабилизации частоты газовых лазеров по нелинейным резонансам. Достигнута стабильность на уровне  $10^{13} - 10^{14}$ , что позволяет говорить о едином эталоне длины и времени. Наконец, в последней главе обсуждаются реализованные и перспективные применения НЛС для решения ряда задач экспериментальной и технической физики — от уточнения скорости света до разделения изотопов.

Написанная двумя известными физиками, трудами которых в значительной мере создана НЛС, монография отличается компактным и ясным изложением. Для всех многообразных явлений нелинейного взаимодействия и света с газами авторы находят способы качественного объяснения, предваряющего и трактующего вывод количественной теории. Умение авторов представить обобщенную картину всего многообразия отдельных явлений, увязать новые понятия с известными, показать перспективы и пределы новых возможностей — все это делает монографию увлекательной.

Рецензируемая книга не только фиксирует достижения НЛС, но и намечает пути ее дальнейшего развития, которое происходит чрезвычайно быстро, особенно в послед-

ние годы в связи с созданием перестраиваемых лазеров непрерывного действия на красителях. Некоторые перспективные предложения авторов, казавшиеся достаточно фантастичными, уже реализованы к моменту выхода их книги в свет. Жизнеспособность остальных покажет будущее. Публикация монографии В. С. Летохова и В. П. Чеботаева, несомненно, очень полезна и своевременна. Книга представляет интерес для широкого круга физиков, отнюдь не ограниченного спектроскопистами, что заставляет сожалеть о малости тиража.

*Е. Б. Александров*