Май 1998 г. Том 168, № 5

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

БИБЛИОГРАФИЯ

Принципы нелинейной оптической спектроскопии

Principles of Nonlinear Optical Spectroscopy. Shaul Mukamel (N.Y. and Oxford: Oxford University Press, 1997) 543 pp.

PACS numbers: **01.30.+y, 42.50.+p, 42.65.+k**

Нелинейная оптическая спектроскопия — одно из наиболее важных применений лазеров в фундаментальной науке. Это было уже понятно в 60-х годах, сразу после открытия лазера. Тогда и до сих пор, наиболее впечатляющим, было использование нелинейных эффектов (насыщения поглощения, двухфотонное поглощение) для кардинального повышения спектральной разрешающей способности, включая устранение доплеровского уширения. Это привело к увеличению спектрального разрешения в глубь доплеровского контура в $10^6 - 10^9$ раз (!). Какое-то время казалось, что этим применением все ограничится. Это очень и очень немало для фундаментальной и, особенно, прецизионной спектроскопии атомов и молекул и квантовой метрологии. Достаточно сказать, что на вращательно-колебательных переходах CH_4 и OsO_4 получены резонансы с относительной шириной $\Delta\nu/\nu \simeq 10^{-13} - 10^{-14}$. Именно это позволило провести прецизионные измерения постоянной Ридберга по двухфотонному переходу 15 – 25 атома водорода и начать эксперименты по поиску расщепления спектральных линий молекулярных энантиомеров из-за нарушения четности при слабых взаимодействиях.

Следующий важный этап в развитии нелинейной спектроскопии — разработка когерентной активной спектроскопии комбинационного рассеяния в двухчастотном лазерном поле. При использовании нано- и пикосекундных лазерных импульсов стало возможным измерять малые концентрации молекул и получать недоступную ранее информацию о временах релаксации заселенности уровней и дефазировки поляризации в конденсированной среде.

По мере разработки и распространения в сотнях лабораторий фемтосекундных лазеров с перестраиваемой частотой стало появляться множество публикаций о новых очень тонких методах нелинейной спектроскопии и измерении с их помощью самых различных релаксационных процессов в разных конденсированных средах. Это было весьма впечатляющим, особенно, когда это представлялось на специальных международных конференциях. Но отдельные разрозненные, хотя и многочисленные методы и эксперименты, еще не дают полного "когерентного" представления о всех возможностях систематических исследований с помощью методов нелинейной оптической спектроскопии.

Своевременность и ценность публикации рецензируемой монографии профессора Ш. Мукамеля, на мой взгляд, состоит в том, что она с единым подходом на основе элегантного формализма (корреляционный метод, метод функции Грина) рассматривает нелинейное взаимодействие лазерных импульсов (многочастотных, разделенных во времени и направлении распространения) с веществом. В результате создается "когерентная картина" понимания всех методов, включая такие распространенные методы, как когерентная спектроскопия комбинационного рассеяния, фотонное эхо, выгорания провалов, накачки и пробинга, поляризационной спектроскопии, импульсивных эффектов и т.д.

Для подтверждения этого стоит перечислить названия глав монографии:

1. Введение.
2. Квантовая динамика в гильбертовом пространстве.
3. Оператор плотности и квантовая динамика в пространстве Лиувилля.
4. Квантовая электродинамика, оптическая поляризация и нелинейная спектроскопия.
5. Функции нелинейного отклика и оптические восприимчивости.
6. Функции оптического отклика многоуровневой системы с релаксацией.
7. Полуклассическая симуляция функций оптического отклика.
8. Кумулянтное разложение и модель многомодового броуновского осциллятора.
9. Флуоресценция, спектроскопия спонтанного и когерентного комбинационного рассеяния.
10. Селективное подавление неоднородного уширения: фотонное эхо.
11. Резонансные решетки "pump-probe" и спектроскопия выжигания провалов (hole burning).
12. Динамика волновых пакетов в пространстве Лиувилля: представление Вигнера.
13. Анализ волновых пакетов импульсивных измерений.
14. Внерезонансное комбинационное рассеяние.
15. Поляризационная спектроскопия: двулучепреломление и дихроизм.

© В.С. Летохов 1998