

Очередной выпуск сборника «Физика за рубежом», вып. А (исследования) содержит перевод научно-популярных статей из журналов «Physics Today» и «La Recherche», в которых освещаются новейшие достижения и актуальные проблемы физической науки. Изложение отличается большой информативностью и научной строгостью. Предназначается для читателей, имеющих физическое образование (включая студентов-физиков).

А. Н. Матвеев, С. М. Жебровский

535-3(049 3)

СВЕРХБЫСТРОПРОТЕКАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ

Ultrafast Phenomena V/Eds G. R. Fleming, A. E. Siegmen.— Berlin, Heidelberg; New York; London; Paris; Tokyo: Springer-Verlag, 1986.— 551 p.— (Springer Series in Chemical Physics. V. 46).

Вся эта объемистая книга посвящена применению коротких и сверхкоротких интенсивных импульсов света к изучению быстропротекающих процессов и обнаружению новых нелинейных оптических явлений и их приложений.

Первые исследования такого рода появились в самом конце 60-х годов и за последние 15 лет привели к удивительным успехам. Исследования быстропротекающих процессов в молекулярных ионных и электронных системах в газах, жидкостях и твердых телах хлынули широким потоком. Понадобились специальные конференции, посвященные этим проблемам.

Рецензируемая книга представляет собой том 46 «Springer Series in Chemical Physics», содержащий материалы конференции Американского оптического общества, состоявшейся 16—19 июня 1986 г. в США и посвященной применению сверхкоротких импульсов света к изучению разных быстропротекающих процессов. Книга называется «Ultrafast Phenomena». Такое же название и у книги, содержащей материалы IV конференции (1984 г.), а предшествовавшие три книги назывались «Picosecond Phenomena». Первая книга вышла в 1978 г. Пока конференции, посвященные этой тематике, происходят каждые два года, и в год конференции выходят книги, содержащие их материалы. Надо отметить, что материалы, родственные или совпадающие с этой тематикой, находят место и в других сериях издательства «Шпрингер», например «Springer Proceedings in Physics» (V. 4), «Time Resolved Vibrational Spectroscopy» и др.

Рецензируемая книга содержит 145 работ, размещенных в девяти разделах. В основном исследования выполнены американскими физиками, Япония и Франция представлены 10 работами каждая, ФРГ — 9 работами, Англия — 7 работами, СССР и КНР — 2 работами каждая. Несколько работ выполнены западными странами совместно.

Материалы тома чрезвычайно разнообразны, и поэтому даже краткий обзор содержания выйдет за рамки объема обычной журнальной рецензии. Поэтому приведем названия частей книги, по которым отчасти можно судить о ее тематической широте, и только очень кратко скажем о содержании.

- Часть I — Синхронизация мод и генерация сверхкоротких импульсов.
- Часть II — Сверхбыстрая оптическая генерация и техника измерений.
- Часть III — Техника электрооптического выделения импульса.
- Часть IV — Нелинейная оптика и непрерывная генерация.
- Часть V — Приложение к полупроводникам и физика твердого тела.
- Часть VI — Динамика химических реакций.
- Часть VII — Динамика биологических процессов.
- Часть VIII — Передача энергии и релаксация.
- Часть IX — Техника когерентной спектроскопии.

В книге уделяется большое внимание технике генерации пикосекундных, субпикосекундных и в особенности фемтосекундных импульсов света. Как правило, речь идет об уже обычной генерации импульсов света длительностью от 100 до 20 фемтосекунд, но в некоторых случаях уже генерируются и используются импульсы длительностью меньше 10 фс. Описываются различные приемы «сжатия» импульса и его усиления, в частности при многократном прохождении импульса через струю красителя в резонаторе. Демонстрируется возможность применения комбинационного рассеяния света для усиления и создания солитонного или квазисолитонного лазеров, использующих в качестве резонаторов кольцевые оптические волокна. В этих случаях генерируются импульсы длительностью ~ 60 –20 фс. Развиваются методы анализа люминесценции субпикосекундной длительности.

Для техники выделения субпикосекундных и фемтосекундных импульсов электрические схемы, основанные на обычной электронике, оказываются непригодными, и нужно сделать новый шаг, в частности с применением криогенной техники. Именно это и описывается в нескольких работах части III. Там описаны устройства, позволяющие получить весьма крутой фронт нарастания электрического импульса — в несколько десятков пикосекунд, и даже такая схема, которая дает время нарастания фронта 5 пс.

Применение пикосекундных, субпикосекундных и фемтосекундных импульсов, распространяющихся в средах, позволило наблюдать новые явления при трехволновом и четырехволновом взаимодействии и генерации весьма широкого сплошного спектра при прохождении коротких импульсов через газы, и изучить вопросы абсорбционной спектроскопии.

Разнообразные нелинейные оптические явления и особенности взаимодействия сверхкоротких световых импульсов с полупроводниками приведены в части V книги. Изучены термодинамика и кинетика плавления и кристаллизация под действием сверхкоротких импульсов, когда градиенты температуры достигают величин 10^{10} К/м, а длительность процесса $\sim 10^{-9}$ с.

Созданы установки, позволяющие изучать нетепловое распределение оптического возбуждения с применением импульсов света длительностью 60 фс и «сжатым» импульсом — до 10 фс, что позволило изучить динамику термализации по спектрам поглощения. Изучены явления перегрева полупроводников и динамики неравновесных носителей, релаксации экситонов в пикосекундной области времени, фоторефракции в арсениде галлия, развивающейся во времени фотолюминесценции, образования неравновесных структур типа решетки и многие нелинейные оптические и другие физические явления в твердых телах, которые без техники сверхкоротких световых импульсов нельзя было обнаружить и изучить.

Сверхкороткие импульсы света открыли возможность изучить самые тонкие и быстропротекающие процессы при химических реакциях. В этой книге много места уделено таким вопросам. Наблюдаются потенциальные барьеры при изменении структуры молекулы в растворах — динамика фотоизомеризации, динамика процессов сальватации, фемтосекундные исследования локализации электрона и сальватация в чистой воде, процессы рекомбинации, процессы индуцирования света, внутримолекулярная передача электрона, быстрые фотохимические процессы в ароматических нитросоединениях в растворах и многие другие вопросы химической динамики.

Плодотворным оказалось применение техники фемтосекундных и пикосекундных импульсов к изучению динамики процессов в биологических молекулах. Изучены процессы передачи электрона, создана фемтосекундная спектроскопия развития бактериального фотосинтеза, передачи энергии возбуждения и разделения заряда в реакционных центрах фотосинтезирующих бактерий, спектроскопия временного разрешения поглощения в зеленых растениях в пикосекундном интервале и другие вопросы.

Эффективно применение сверхкоротких световых импульсов к изучению переноса энергии и релаксационных явлений, переноса энергии и элек-

тронов в адсорбированных молекулах красителя в монокристаллах и других веществах, пикосекундной флуоресценции и поглощения на лэнгмюровских пленках, спектроскопии ультракоротких инфракрасных импульсов нелинейного поглощения в жидкости, фемтосекундной релаксационной динамики больших молекул, оптического разрушения молекулярных кристаллов и многое другое.

В последней части книги помещены работы, посвященные изучению релаксационных и других свойств различных сред, в частности, путем создания в среде нестационарных фазовых решеток и анализа их распада во времени, применению нелинейного отклика в четырехволновом смещении для определения формы линии комбинационного рассеяния света и изучения нелинейностей третьего порядка в тонких пленках, использованию пикосекундной спектроскопии обращения фазы при комбинационном рассеянии, временного разрешения в пикосекундной области КАРС-спектроскопии. прямого измерения зависимости энергии поляритонов от волнового вектора, вынужденного, рэлеевского, мандельштам-бриллюэновского и комбинационного рассеяния света и некоторые другие работы.

Статьи, помещенные в этой и подобных книгах, как правило, отличаются краткостью, но все главное о постановке задачи, методах ее решения и результаты в них имеются. Большим достоинством этих книг нужно считать быстрый выход в свет. Если речь идет о материалах конференции, как в нашем случае, то книга выходит в то же полугодие, в котором проходила конференция. Таким образом, читатель сразу может познакомиться с сегодняшним днем определенной области. Ради этого легко можно простить иногда встречающуюся небрежность оформления, не влияющую на суть книги. Хотелось бы, чтобы и у нас был учтен такой опыт.