

2-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО РАССЕЯНИЮ СВЕТА В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ

(Париж, 19—23 июля 1971 г.)

Современное состояние исследований по рассеянию света,— пожалуй, один из наиболее ярких примеров качественного прогресса, достигнутого в традиционной области физической оптики после появления лазеров. Лазерная техника коренным образом преобразовала методику наблюдения спектров рассеяния, позволив резко повысить разрешающую силу и чувствительность спектрометров. Чрезвычайно расширились, в частности, возможности изучения элементарных возбуждений в твердых телах. Весьма впечатляющими успехами лазерной спектроскопии рассеяния света в твердых телах являются детальные исследования спектров комбинационного рассеяния (КР) в полупроводниках, наблюдение КР в металлах, изучение поведения «мягких» мод и ангармонических эффектов вблизи точек фазовых переходов, получение обширной информации о КР высших порядков и т. п. Возникли и принципиально новые экспериментальные методы, такие, как интерферометрия интенсивности узких линий рэлеевского рассеяния, спектроскопия нелинейного рассеяния, спектроскопия рассеяния с помощью перестраиваемых генераторов когерентного излучения.

Впервые широкое обсуждение результатов исследования элементарных возбуждений в твердых телах, полученных методами лазерной спектроскопии, было проведено на 1-й Международной конференции по рассеянию света в Нью-Йорке в 1968 г. Эта конференция собрала представителей ведущих научных центров мира, работающих в области физики твердого тела и изучения его современными оптическими методами *). 2-я конференция, которая проходила в Париже в здании Faculté de Science с 19 по 23 июля 1971 г., была также весьма представительной. В ней приняло участие около 300 человек из 22 стран, в том числе большая группа советских ученых. Участниками конференции были такие известные специалисты, как А. Кастлер, И. Матье (Франция), С. Порто, Г. Камминс, Дж. Уорлок, Э. Бурштейн, А. Марадудин (США), Р. Эллиот, Р. Лоудон, Б. Сигетти (Англия), К. Дрансфельд (ФРГ), Б. Стойчев (Канада), К. К. Ребане (СССР) и другие. Круг проблем, обсуждавшихся на конференции, был весьма широк. Сюда входили:

1. Резонансные эффекты.
2. Электронные возбуждения.
3. Вынужденное рассеяние в полупроводниках с переворотом спина.
4. Рассеяние света магнонами.
5. Манделъштам-бриллюэновское рассеяние.
6. Комбинационное рассеяние света в неупорядоченных системах.
7. Фазовые переходы.
8. Поляритонные эффекты в рассеянии света.
9. Рассеяние света фононами.

Заседания секций (все они работали последовательно) предшествовало пленарное заседание, на котором после вступительного слова председателя Оргкомитета

*) Труды Нью-Йоркской конференции изданы отдельной книгой — *Light Scattering in Solids*, N.Y., 1968. Труды Парижской конференции будут опубликованы французским издательством Flammarion в начале 1972 г.

профессора А. Кастлера были заслушаны доклады П. Де Жена (Франция) — о новых направлениях исследований по рассеянию света в жидкостях, Г. Каминса (США) — о современных экспериментальных методах изучения рассеяния света, А. А. Маненкова и сотрудников (СССР) — о нелинейном рассеянии в неоднородных средах.

Резонансным эффектам были посвящены два заседания, одно из них — сообщения о резонансном рассеянии света чистыми кристаллами, другое — рассеянию на примесных центрах в кристаллах. Значительный интерес вызвали работы Дж. Бирмана с сотрудниками (Нью-Йоркский университет, США), посвященные теоретическому исследованию механизма резонансного рассеяния чистыми кристаллами. Авторами рассмотрено резонансное рассеяние на колебаниях решетки, обусловленное взаимодействием света с плазмонами, проведено сравнение вклада в интенсивность рассеяния экситонов в дискретных состояниях и в состояниях с энергией в области сплошного спектра.

Среди экспериментальных работ наибольший интерес представили работа М. Клейна и П. Колвелла (Иллинойский университет, США) и работа Дж. Льюиса, Р. Чанга, Р. Уодсака (Цельский университет, США). В первой работе исследовалось вторичное свечение кристалла CdS при возбуждении в полосе связанного экситона. В спектре рассеянного света обнаружены не только линии КР, но и линии так называемой горячей люминесценции. Во второй работе обнаружено уменьшение интенсивности комбинационного рассеяния при приближении частоты возбуждающего света к резонансу с экситонным переходом.

В ряде работ обсуждались вопросы, связанные с изучением частотной зависимости резонансного рассеяния в полупроводниках.

Исследование горячей люминесценции молекулы NO_2 в щелочно-галогенных кристаллах было выполнено в работе К. К. Ребане с сотрудниками (СССР).

На заседании по электронным возбуждениям были заслушаны семь докладов. Доклад П. Платцмана, П. Эйзенбергера и Н. Зора (Лаборатории «Белл», США) был посвящен неупругому рассеянию рентгеновских лучей на электронах в твердых телах. Неупругое рассеяние рентгеновских лучей может стать новым мощным методом исследования спектра возбуждений твердых тел, который соединит в себе достоинства метода рассеяния нейтронов (возможность исследования всего диапазона изменения квазиимпульсов) и метода рассеяния света (возможность исследования электронных возбуждений).

Вызвала интерес работа И. П. Ипатовой, М. П. Субашневой (СССР) и А. Марадудина (США), в которой развита теория ширины линии КР в металлах и показаны новые возможности исследования поверхности Ферми в металлах с помощью оптических методов.

Вынужденное рассеяние не входило в предварительную программу конференции. Тем не менее ряд докладов по вынужденному комбинационному (ВКР) и бриллюэновскому рассеянию состоялся на перечисленных выше сессиях, а также на Post-deadline session (здесь особое внимание было уделено рассеянию на инфракрасноактивных модах). Доклады по перестраиваемым генераторам инфракрасного диапазона, использующим явление ВКР, были объединены в специальную секцию. П. Вольф (Массачусетский технологический институт, США) обсуждал возможности экспериментального наблюдения вынужденного рассеяния на плазменных колебаниях в твердом теле. Специально подчеркивались открывающиеся здесь перспективы изучения нелинейных плазменных волн.

Доклады Б. Лэкса с сотрудниками (Национальная магнитная лаборатория, США) и С. Смита (Англия) были посвящены изложению новых экспериментальных данных по вынужденному рассеянию излучения CO_2 лазера в кристалле InSb , помещенном в магнитное поле (ВКР с переворотом спина). Была получена значительная (до 1 кат) импульсная мощность 4-й стоксовой компоненты.

На заседании, посвященном рассеянию света магнонами, интересным был доклад Ж. Солойма (Франция), который теоретически исследовал рассеяние света магнитными кристаллами как при низких температурах, так и при температурах вблизи точки перехода. Большое внимание было уделено локализованным магнонам и примесным состояниям. Примесные ионы, помимо собственных добавочных полос, дают ряд новых возбуждений, вызванных обменным взаимодействием с ионами основного вещества.

По бриллюэновскому рассеянию было заслушано 15 докладов. Значительный интерес вызвал доклад Б. Стойчева (Канада), посвященный исследованию рассеяния в кристаллах неона, аргона, криптона, ксенона. Из полученных спектров рассеяния были впервые определены упругие постоянные такого рода кристаллов.

В. Хейнике, Г. Винтерлинг, К. Драйсфельд (Мюнхен, ФРГ) измеряли время жизни когерентных гиперзвуковых фононов в плавленном кварце, возбужденных в процессе вынужденного рассеяния, при низких температурах. Было установлено, что время жизни когерентных фононов на два порядка превышает время жизни соответствующих тепловых фононов.

На заседании по фазовым переходам Дж. Уорлок (Лаборатории «Белл», США) доложил экспериментальную работу по исследованию мягких колебательных мод вблизи точки фазового перехода SrTiO_3 из кубической в тетрагональную модификацию. Ярко выраженные узкие полосы рассеяния позволили провести надежные измерения температурного хода частоты, полуширины и интенсивности мягкой моды. Получены зависимости, близкие к предсказываемым теорией. Дж. Лэзи и П. Флори (Лаборатории «Белл», США) обнаружили взаимодействие между мягкими модами и акустическими фононами в титанате бария, связанное с ангармоничностью.

На заседании по рассеянию света поляритонами было зачитано восемь докладов. Заслуживают внимания доклад Р. Клауса с сотрудниками (Мюнхен, ФРГ) по исследованию поляритонного спектра ниобата лития и работа Б. П. Захарчени с сотрудниками (Ленинград, СССР), посвященная новому нелинейному эффекту при КР (обнаружено резкое изменение спектра спонтанного КР при достижении порога самофокусировки излучения аргонового лазера в кристалле германата висмута).

На заседании по рассеянию света фононами было заслушано довольно много докладов, посвященных традиционным исследованиям фононных спектров, однако, как правило, с использованием новой современной аппаратуры.

Большой интерес вызвал доклад К. Ренка (Мюнхенский университет, ФРГ), в котором был предложен новый метод исследований резонансного рассеяния и захвата весьма высокочастотных фононов. Фононы ($\nu = 29 \text{ см}^{-1}$), инжектируемые импульсным тепловым источником в кристалл рубина, вызывали переход ионов Cr^{3+} с подуровня \bar{E} на подуровень $2\bar{A}$ уровня 2E . Исследуя время затухания люминесценции линии R_2 , можно получить данные о времени жизни фононов, скорости их распространения вдоль образца, рассеянии и т. д.

Сопоставление материалов Парижской конференции с трудами Нью-Йоркской конференции 1968 г. свидетельствует о расширении и повышении уровня исследований по рассеянию света.

В короткой информационной заметке, разумеется, нет возможности писать об этом подробнее. Тем не менее мы хотели бы отметить значительный интерес, проявляемый как теоретиками, так и экспериментаторами к исследованию ангармонических эффектов, в особенности ангармонических эффектов, проявляющихся при больших уровнях элементарных возбуждений в твердых телах (интенсивные потоки когерентных акустических и оптических фононов, возникающие в процессе вынужденного рассеяния, нелинейные плазменные волны в твердом теле и т. п.). Это новое направление исследований, целиком обязанное своим появлением лазерам, несомненно значительно расширяет знания о динамике твердого тела.

Следующая (третья) конференция по рассеянию света твердыми телами состоится, вероятно, в 1974 г. в Бразилии.

Г. В. Перегудов, С. А. Ахманов