1966 г. Май Том 89, вып. 1

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

548.0:535

ВСЕСОЮЗНЫЙ СЕМИНАР «ЭКСИТОНЫ В КРИСТАЛЛАХ»

8 и 9 декабря 1965 г. в Киеве в Институте физики АН УССР состоялось первое заседание Всесоюзного семинара «Экситоны в кристаллах» под председательством академика И. В. Обреимова. Созванный по инициативе Института физики АН УССР, семинар имеет цель объединить на своих заседаниях специалистов по физике твердого тела, занимающихся исследованиями экситонных состояний в неметаллических кристаллах. В работе семинара приняли участие 75 ученых из ряда ведущих научных учреждений Академии наук СССР, Академий наук УССР, ЭССР и МоССР, Государственного оптического института им. С. И. Вавилова, Московского Государственного педагогического института им. В. И. Ленина, Киевского и Челябинского Государственных университетов.

Темой первого семинара была проблема синглетных экситонных состояний в кристаллах. Экситоны в молекулярных кристаллах, которым в основном было посвящено обсуждение на семинаре, экспериментально обнаружены в Институте физики АН УССР (акад. А. Ф. Прихотько) и там же теоретически осмыслены (акад. А. С. Давыдов). Начиная с 1946 г. в Киеве проводятся широкие экспериментальные и теоретические исследования роли экситонов в ряде существенных процессов в неметаллических кристаллах (в спектрах поглощения и люминесценции, при фотопроводимости и фотохимических превращениях, при механических и других внешних воздействиях на кристаллическую решетку). Для обсуждения были представлены два доклада. В докладе академика АН УССР А. С. Давыдова (Институт физики, Киев) были изложены результаты последних теоретических исследований энергетических зон экситонов в кристаллах. Большое внимание было уделено сопоставлению в рамках единых теоретических представлений экситонов Френкеля и Ванье — Мотта. В своем докладе А. С. Давыдов остановился на самом понятии экситона, определяя его как возбужденное состояние кристалла, характеризующееся определенным значением энергии в зависимости от волнового вектора **k**. Это квантовое число экситона может быть непрерывным (бесконечный кристалл) либо принимать дискретные значения в конечном кристалле. В докладе был сделан обзор состояния расчетов экситонных зон, имеющихся в настоящее время в советской и зарубежной литературе. Отмечая недостатки в имеющихся методах расчета, докладчик приводит первые теоретические расчеты структуры синглетных экситонных зон в сложных анизотропных молекулярных кристаллах во всей области изменения квазиимпульса, иллюстрируя их численными вычислениями для кристалла антрацена. А. С. Давыдов останавливается на сделанных при расчетах предположениях. В заключении доклада А. С. Давыдов указал проблемы, ждущие своего рассмотрения в самое ближайшее время. В частности, такими проблемами являются: 1) исследование экситон-фононного взаимодействия, 2) учет взаимодействия между фотоном, экситоном и фононом. Разрешение этих задач является необходимым условием для построения замкнутой теории поглощения света в кристаллах при переходах в экситонные состояния.

Доклад В. Л. Броуде (Институт физики, Киев) был посвящен экспериментальным методам изучения структуры экситонных зон в молекулярных кристаллах. Автор остановился на нескольких методах, разработанных им и его сотрудниками в Институте физики АН УССР. Теоретическое обоснование этим методам было дано Э. И. Рашбой (Институт полупроводников, Киев). Успешная обработка эксперимента на основе развитой теории позволила получить ряд принципиальных результатов. Главным методом изучения структуры экситонных зон следует признать изотопический эффект. При анализе особенностей низкотемпературных спектров поглощения и люминесценции изотопической примеси, энергетический уровень которой расположен вблизи экситонной зоны кристалла-растворителя, оказалось возможным определить энергетическую ширину экситонной зоны, знаки эффективных масс вблизи

малых **k**, а также произвести первые оценки величины эффективной массы экситона для нижайшего состояния кристалла нафталина. Такие исследования проведены на смешанных кристаллах нафталина и бензола с их дейтероизотопами.

Другим методом изучения структуры экситонных зон может быть исследование температурной зависимости ширины электронно-колебательных полос спектра экситонной люминесценции. Поскольку при электронно-колебательном переходе участвуют три частицы: фотон, экситон и фонон (его роль выполняет внутримолекулярное колебание), правило отбора $\mathbf{k}_э + \mathbf{k}_ф = \mathbf{q}$ ($\mathbf{q}$ — импульс фотона) позволяет осуществить переходы из всех точек экситонной зоны. Таким образом, при слабом экситон-фононном взаимодействии и при достаточно высокой температуре, чтобы были заполнены все подуровни в экситонной зоне, ширина полосы электронно-колебательного перехода отразит ширину экситонной зоны (ширина фононной зоны обычно мала). Такие определения были сделаны по спектрам экситонной люминесценции кристаллов нафталина и бензола.

Новые возможности в изучении структуры экситонных зон открываются при исследовании явлений, связанных с процессами распада электронно-колебательного возбуждения молекулы под действием резонансных взаимодействий в кристаллах. Такие процессы приводят к возможности при определенных условиях возбуждения в кристалле в результате поглощения одного фотона, экситона и фонона, образовавшегося из внутримолекулярного колебания. Как и в случае описанных выше электронно-колебательных переходов в люминесценции, ширина полосы двухчастичного поглощения будет определяться шириной экситонной зоны, а распределение интенсивности в ней будет отображать распределение плотности состояний в зоне. Доказательства существования таких состояний в кристаллах были получены с помощью изотопического эффекта. Теория двухчастичных возбуждений в кристаллах разработана Э. И. Рашбой.

Доклады вызвали оживленную дискуссию. Ряд участников семинара в дополнение к прослушанным докладам выступили с оригинальными сообщениями. Сообщение А. Н. Файдыша (Киевский Государственный университет) было посвящено фотопроводимости вакуумированных образцов кристалла антрацена и возможной связи ее с ион-парными состояниями. О. В. Константинов (Физико-технический институт, Ленинград) сообщил о нелинейных эффектах в экситонном поглощении, связанных с насыщаемостью их концентрации при больших плотностях света. В. Н. Писковой (Институт полупроводников, Киев) представил ряд теоретических исследований, выполненных в Институте полупроводников АН УССР, экситонных состояний в кристаллах конечной толщины. Ряд сообщений, посвященных ферромагнетизму, сегнетоэлектричеству в экситонных состояниях, экситонному поглощению в кристаллах типа вюрцита, правилам отбора при многофотонных переходах в экситонные состояния сделали представители Института физики Академии наук МоССР (Кишинев) С. А. Москаленко, М. И. Шмиглюк и А. И. Бобрышева.

На организационном заседании семинара было решено сделать семинар постоянно действующим и проводить его заседания не реже 1—2 раз в год в разных научных центрах Союза. Председателем Оргкомитета избрана академик Академии наук УССР А. Ф. Прихотько. Следующее заседание семинара на тему «Экситонная люминесценция» состоится в сентябре 1966 г. в Кишиневе.

Институт физики
АН УССР, г. Киев

Е. Ф. Шека