1966 г. Февраль *Том 88, вып. 2*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

530.145+533.1

СОВЕЩАНИЕ ПО ФИЗИКЕ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

С 11 по 15 мая 1965 г. в Харькове проходило совещание по физике конденсированного состояния, посвященное двум вопросам:

1. Электронные спектры твердых тел. 2. Физические свойства ожиженных и отвердевших газов.

Организаторами совещания были Совет по проблеме «Физика твердого тела» АН УССР и Физико-технический институт низких температур АН УССР. Было заслушано 40 докладов. В работе совещания приняли участие около 300 представителей из 32 научных организаций страны.

Совещание открылось весьма интересным сообщением И. М. Лифшица «О квантовой диффузии в твердых телах». Автором изучены термодинамические и диффузионные свойства примесей и вакансий в кристаллах, в которых величина потенциального барьера относительно перескока в соседнее положение равновесия не слишком превосходит энергию нулевых колебаний. Такая ситуация, по-видимому, имеет место для твердого гелия. По мере понижения температуры обычная активационная диффузия $D \sim \exp(-V_0/T)$ переходит в не зависимую от температуры квантовую туннельную диффузию. Однако при дальнейшем понижении температуры вместо локализованных атомов примеси или вакансий возникают нелокализованные квазичастицы — «примесоны» или соответственно «вакансионы», закон дисперсии (или эффективная масса) которых определяется вероятностью туннелирования. «Вакансионы» всегда подчиняются статистике Ферми, а статистика «примесонов» связана со статистикой и расположением порождающих их атомов примеси. Описание такого рода справедливо, пока длина свободного пробега «примесона» l велика по сравнению с постоянной решетки a; при обратном неравенстве $a \gg l$ возникает обычная диффузионная ситуация (классическая или квантовая) локализованных примесей. Так как длина пробег возрастает по мере понижения температуры ($l \underset{T \to 0}{\to} \infty$), подвижность примесей или вакансий при достаточно низких температурах должна возрастать. Соответственно и термодинамика слабого раствора примесей существенно меняется по мере перехода от «примесонной» области температур к обычной классической ситуации локализованных примесей.

Значительное место в работе конференции заняли доклады по сверхпроводимости.

Были рассмотрены вопросы о влиянии давления, примесей и искажений кристаллической решетки на температуру сверхпроводящего перехода (и критическое магнитное поле); о восстановлении анизотропии энергетической щели сверхпроводников с помощью исследования поглощения ультразвука; об экспериментальном наблюдении постоянного и переменного сверхпроводящих токов Джозефсона при туннельной эмиссии в сверхпроводниках и т. д.

Доложенные работы свидетельствуют о том, что современный этап в развитии сверхпроводимости характеризуется как углублением и развитием представлений существующей микроскопической теории сверхпроводимости и определением на ее основе деталей структуры энергетического спектра сверхпроводников, так и изучением качественно новых эффектов (одним из которых является эффект сверхпроводящего туннелирования — эффект Джозефсона).

Работа В. Г. Барьяхтара, Н. Б. Брандта, Н. И. Гинзбург, Т. А. Игнатьевой, Б. Г. Лазарева, Л. С. Лазаревой, В. И. Макарова и И. И. Фалько «Об изменении топологии поверхности Ферми у таллия под действием давления и примесей» посвящена изучению влияния давления ($0 \div 28\,000$ *атм*) и примесей (Bi, Sb, Hg) на температуру сверхпроводящего перехода Tl. Аномалии dT_c/dP таллия (наличие нелинейной положительной составляющей, сильно изменяемой добавлением относительно небольших количеств примеси) связываются с особенностями электронной структуры Tl. Их удается теоретически объяснить,

если предположить, что Tl обладает малыми областями ферми-поверхности, граничная энергия которых меньше или порядка $k\theta_Д$ ($\theta_Д$ — дебаевская температура), причем в указанном интервале давлений имеет место электронный переход, предсказанный несколько лет назад И. М. Лифшицем и связанный со скачкообразным изменением топологии поверхности Ферми.

В обсуждении было отмечено большое значение данной работы, связанное с тем, что явление сверхпроводимости послужило методом изучения зонной структуры металла. И. М. Лифшиц высказал пожелание, чтобы электронный переход, «нащупанный» с помощью изучения влияния давления на температуру перехода Tl, был исследован также другими методами, применяемыми для расшифровки энергетического спектра металлов. Н. Е. Алексеевский отметил, что если предлагаемое авторами объяснение правильно, подобные аномалии не должны быть специфичны только для Tl, а могут иметь место также у других металлов, обладающих малыми электронными группами (например, у Sn).

В докладе И. М. Дмитренко, И. К. Янсона и В. М. Свистунова «Экспериментальное наблюдение эффектов туннелирования куперовских пар» сообщается о результатах исследования сверхпроводящего туннельного тока Джозефсона (постоянного и переменного). Результаты работы сводятся к следующему: 1) получена зависимость величины постоянного тока Джозефсона от температуры и магнитного поля, совпадающая с теоретической; 2) с помощью прямого эксперимента наблюдена генерация туннельным переходом Sn — SnO_2 — Sn электромагнитного излучения с длиной волны 3 *см*; 3) исследованы причины появления ступеней на вольт-амперных характеристиках туннельного перехода. Авторами предложено объяснение появления таких ступеней, заключающееся в резонансном взаимодействии переменного тока Джозефсона с полем замедленных электромагнитных волн, распространяющихся между сверхпроводниками.

В дискуссии был отмечен большой интерес, который представляет изучение этого нового интересного эффекта. Одновременно было отмечено, что на основании проведенного эксперимента по генерированию электромагнитных волн туннельным переходом нельзя однозначно установить, является ли это излучение когерентным или представляет резонансный «шум». По этому вопросу остаются неясности также и в теоретическом плане, в связи с чем необходимо как дальнейшее экспериментальное, так и теоретическое исследование.

А. Г. Шепелев и Г. Д. Филимонов в докладе «Анизотропия энергетической щели сверхпроводящего олова по данным ультразвукового поглощения» сообщили о результатах изучения энергетического спектра Sn с помощью ультразвуковой методики. Проведенный эксперимент характеризуется применением высоких частот (до 300 *Мгц*), чистых монокристаллических образцов и низких температур (до 1° К). Результаты измерений представлены в виде «карты» анизотропии энергетической щели олова. У олова наблюдается наибольшая анизотропия щели (по сравнению с другими изученными металлами), достигающая 70%.

В работе И. О. Кулика «Критерий сверхпроводимости» с помощью теоретического расчета получен новый критерий сверхпроводимости, имеющий вид (в изотропной модели) $\varrho s^2 < \frac{1}{3} N m v_F^2$, где ϱ — плотность металла, s — скорость продольного звука, N — электронная концентрация, m и v_F — масса и фермиевская скорость электронов. Подобный критерий хорошо соответствует экспериментальным данным для непереходных металлов. Достоинством данного критерия является то, что он: 1) получен теоретическим путем (хотя и является приближенным); 2) по-видимому, хорошо отвечает экспериментальным данным.

Предлагаемый критерий, как выяснилось, по форме близок к предложенному несколько лет назад критерию сверхпроводимости Бардина, который можно рассматривать как эмпирический (так как его вывод, не учитывающий кулоновского взаимодействия электронов, является неправильным). В дискуссии И. М. Лифшицем было отмечено, что, с одной стороны, получение строгого критерия сверхпроводимости, по-видимому, невозможно; с другой стороны, проведенный приближенный расчет и получаемый с его помощью критерий представляет несомненный интерес, так как используемое современной теорией сверхпроводимости приближение слабой связи, строго говоря, не имеет места (в формуле $T_c \sim \theta_Д\, e^{-1/\varrho}$ ϱ не является малым). Поэтому важное значение имеет удачный выбор «нулевого приближения»; такое нулевое приближение в работе И. О. Кулика отличается от используемого в модели Фрёлиха.

Работа Б. Г. Лазарева, Е. Е. Семененко, А. И. Судовцева и В. М. Кузьменко «О влиянии степени беспорядка в решетках на сверхпроводящие свойства индия» посвящена исследованию сверхпроводимости металлов в сильно неравновесном состоянии, получаемом конденсацией на подложку, охлаждаемую жидким гелием. Критическое магнитное поле, а также температура перехода возрастают при увеличении степени искажения, достигая значений $H_c \approx 25\,000$ *гс* (соответственно, $T_c \sim 4{,}3$ °К). Данная работа представляет интерес для теории неупоря-

доченных сверхпроводящих систем, а также для современной теории сверхпроводников II рода.

Последней на секции сверхпроводимости была доложена работа Я. С. Берковича, Я. С. Кана и Л. Б. Рабухина «О разрушении сверхпроводимости постоянным током у чистого цилиндрического образца олова», в которой сообщается о наблюдении предсказанного Купером эффекта увеличения сопротивления металла в промежуточном состоянии за счет рассеяния электронов проводимости на границах сверхпроводящих доменов. Эффект имеет место на весьма чистых образцах с остаточным сопротивлением $\rho \sim 10^{-9} - 10^{-10}$ *ом·см*.

Одно из заседаний было посвящено исследованиям явлений переноса в твердых телах.

Несомненно, наибольший интерес вызвало сообщение Р. Н. Гуржи «Роль нормальных столкновений в кинетических свойствах твердого тела при низких температурах». В этом докладе были изложены несколько простых качественных идей, которые, несмотря на свою простоту, оказываются необычайно плодотворными и приводят к целому ряду совсем нетривиальных следствий. Одна из этих идей заключается в следующем. Нормальные столкновения квазичастиц (столкновения без процессов переброса) сами по себе, как известно, не могут привести к конечному сопротивлению в случае электронов или тепловому сопротивлению в случае фононов или магнонов.

Однако они косвенно способны весьма существенно его изменить при низких температурах и в образцах достаточно малых размеров. Эта общая идея применена к фононам в диэлектриках, к спиновым волнам в ферритах, к электронам в металлах в постоянном электрическом поле и, наконец, к задаче о скин-эффекте в металлах. В этой, ставшей, казалось бы, уже классической области Р. Н. Гуржи удалось получить целый ряд важных физических результатов и открыть новое явление — гидродинамический механизм переноса.

В прошлом году С. С. Шалытом с сотрудниками были экспериментально обнаружены квантовые осцилляции сопротивления полупроводников (InAs), теоретически предсказанные В. Л. Гуревичем и Ю. А. Фирсовым. На данном совещании С. С. Шалыт доложил результаты дальнейших исследований квантовых осцилляций и термо-э. д. с. в InAs, из которых можно получить некоторые сведения об энергетическом спектре электронов, уже носящие количественный характер («Исследование квантовых осцилляций кинетических эффектов в антимониде индия»).

В докладе Е. С. Боровика и В. Г. Волоцкой «Гальваномагнитные свойства алюминия» были сообщены результаты экспериментального исследования поведения сопротивления и поля Холла в алюминии в присутствии сильного магнитного поля. Существенное отклонение от правила Матиссена для массивных алюминиевых образцов в отсутствие магнитного поля приводит к своеобразному ходу сопротивления в сильном магнитном поле. Для очень чистых образцов алюминия Е. С. Боровик и В. Г. Волоцкая после небольшого «плато» в сильных магнитных полях наблюдали рост сопротивления. Такая ситуация может быть понята, если предположить, что у алюминия имеется узкий слой открытых плоских сечений поверхности Ферми либо имеются благоприятные возможности для магнитного пробоя.

В последнее время большой интерес привлекают исследования гальваномагнитных свойств металлов в области сильных магнитных полей, но имеется очень мало работ, посвященных изучению гальваномагнитных характеристик металлов в слабых магнитных полях.

В докладе М. И. Каганова и В. Г. Песчанского «К теории гальваномагнитных явлений в металлах» основное внимание было уделено исследованию поведения сопротивления и поля Холла в слабых магнитных полях. Характеристики металла в слабом поле значительно менее чувствительны к структуре электронного спектра, чем в случае сильного поля. В частности, угловая зависимость удельного сопротивления и «константы» Холла в малых полях определяется только классом симметрии данного кристалла.

При самых общих предположениях о законе дисперсии и характере рассеяния электронов и использовании только свойства эрмитовости оператора рассеяния удалось установить два универсальных соотношения, хорошо известных из эксперимента: во-первых, сопротивление металлов при включении слабого магнитного поля всегда возрастает и, во-вторых, величина насыщения сопротивления в сильном магнитном поле больше сопротивления в отсутствие магнитного поля. Эффекты, связанные с квантованием энергии, при этом не учитывались.

В докладах А. И. Ахиезера, В. Г. Барьяхтара, С. В. Пелетминского «К теории явлений переноса в металлах в сильных магнитных полях» и С. В. Пелетминского «Недиагональные кинетические коэффициенты проводников в магнитном поле» была изложена квантовая теория явлений переноса в проводниках при наличии градиентов температуры и химического потенциала. В приближении квадратичного закона дисперсии для электронов проводимости авторы исследовали роль различных механизмов столкновений электронов и фононов, роль эффекта увлечения фононов. Рассмотрены квантовые осцилляции кинетических коэффициентов,

показано, что с изменением магнитного поля осциллируют не только кинетические коэффициенты, связанные с переносом заряда и энергии электронами, но и коэффициент теплопроводности, обусловленный переносом энергии фононами. Показано, что полные потоки тепла и заряда через сечение проводника удовлетворяют соотношениям Эйнштейна в любом приближении по рассеянию.

На совещании был доложен ряд исследований энергетических спектров кристаллов, в которых наблюдаются фазовые переходы.

Сообщение А. С. Боровика-Романова, Н. М. Крейнес, Л. А. Прозоровой, Е. Г. Рудашевского и В. А. Тулина было посвящено экспериментальному изучению антиферромагнитного резонанса в ромбоэдрических антиферромагнетиках, обладающих слабым ферромагнетизмом.

Феноменологическая теория спиновых волн в случае таких антиферромагнетиков предсказывает существование двух резонансных частот. Если внешнее магнитное поле **H** лежит в плоскости «легкого» намагничения, то нижняя резонансная частота обращается в нуль вместе с полем **H** и очень удобна для экспериментального исследования. Авторами установлено, что предсказываемая теорией формула для нижней резонансной частоты подтверждена экспериментом только в случае $CoCO_3$, в случае же соединений $MnCO_3$ и α-Fe_2O_3 обнаруживается систематическое отклонение экспериментальной зависимости $\omega(H)$ от теоретической. Авторы связывают это отклонение с наличием в кристалле магнитоупругого взаимодействия и взаимодействия электронных и ядерных спинов (сверхтонкое взаимодействие). Резонансные частоты, вычисленные с учетом этих взаимодействий, согласуются с экспериментом на кристаллах $MnCO_3$ и α-Fe_2O_3.

Доклад Б. И. Веркина, В. В. Чекина, В. П. Романова и В. А. Бокова «Температурная зависимость эффекта Мёссбауэра в сегнетоэлектрических твердых растворах системы Ba $(Ti_{0,8}Sn_{0,2})O_3$» посвящен исследованию резонансного поглощения γ-квантов с энергией 23,8 *кэв* ядрами Sn^{119} в твердых растворах системы Ba $(Ti_{0,8}\,Sn_{0,2})O_3$. Измерения проводились в интервале температур 77—300° К. В сегнетоэлектрической области спектр представляет собой слабо разрешенный дублет, а в параэлектрической — уширенную одиночную линию. В области фазового перехода обнаружен аномальный ход вероятности эффекта, который авторы объясняют исчезновением некоторых из колебаний низколежащей оптической ветви А. Ф. Прихотько и М. И. Каганов отметили перспективность исследований в этом направлении вследствие чувствительности эффекта к фазовому переходу.

В докладе В. В. Еременко, А. И. Беляевой, А. И. Звягина, Ю. А. Попкова «Спектроскопия и магнитооптика антиферромагнитных кристаллов» сделана попытка обобщить результаты экспериментального исследования оптических и инфракрасных спектров поглощения диэлектрических кристаллов некоторых соединений переходных металлов (в основном фторидов и карбонатов марганца и кобальта). Аномалии температурной зависимости частот полос поглощения, их ширины, влияние на структуру оптического спектра антиферромагнетика сильного внешнего магнитного поля, перестраивающего магнитную структуру (в случае фторида марганца $H_c \geqslant 9\cdot10^4$ *э*), позволяют авторам сделать заключение о существенной роли влияния магнонов в формировании оптических (и инфракрасных) спектров магнитоупорядоченных кристаллов. При обсуждении доклада М. И. Каганов и В. Г. Барьяхтар отметили, что для объяснения экспериментальных результатов, по-видимому, необходимо рассматривать оптические переходы в антиферромагнитном кристалле как комбинированные, приводящие к возбуждению экситона, фонона и спиновой волны одновременно. А. С. Боровик-Романов отметил такую возможность оптического перехода, обусловливающего возбуждение иона (Mn^{2+}, Co^{2+}) с одновременным рождением двух спиновых волн с противоположно направленными импульсами. Такая модель в принципе также может объяснить большие частотные сдвиги оптических полос при магнитном упорядочении и интервалы между основными полосами и линиями-спутниками.

К последнему докладу примыкают доложенные на совещании работы по изучению оптических спектров поглощения низкотемпературных модификаций твердого кислорода: А. Ф. Прихотько, О. С. Пахомова, Т. П. Птуха, Л. И. Шанский «Поглощение света антиферромагнитной модификацией твердого кислорода» и В. В. Еременко, Ю. Г. Литвиненко, Э. М. Огневой «Температурная зависимость интенсивности двойных оптических переходов в твердом кислороде».

В первом докладе отмечается, что частоты двойных оптических переходов, приводящих к одновременному возбуждению пары молекул, заметно отличаются от значений, полученных простым суммированием частот обычных, одинарных переходов. Это обстоятельство свидетельствует о значительной связи между молекулами O_2, которая, по-видимому, и индуцирует двойные переходы. Во втором докладе сообщается о заметном ослаблении полос поглощения, связанных с двойными переходами, при нагревании образца α-модификации кислорода. Этот факт свидетельствует об ослаблении при повышении температуры взаимодействия между молекулами O_2, индуцирующего двойные переходы.

Цикл докладов был посвящен спектральным исследованиям неметаллических кристаллов.

В докладе А. С. Давыдова и Е. Ф. Шеки «Структура экситонных зон молекулярных кристаллов» предложен метод расчета закона дисперсии экситонов и исследованы аналитические свойства $E(\mathbf{k})$ в окрестности $\mathbf{k} = 0$. Для кристалла антрацена выполнен численный расчет экситонной зоны, соответствующей внутримолекулярному возбуждению 27 570 $см^{-1}$. Оказалось, что для этой системы минимум экситонной зоны несколько смещен относительно точки $\mathbf{k} = 0$, что, по мнению авторов, может объяснить высокий квантовый выход люминесценции этого кристалла из экситонных состояний. В ходе дискуссии М. И. Каганов отметил, что факт наличия минимума при $\mathbf{k} \neq 0$ сам по себе не может привести к увеличению времени жизни экситона и квантового выхода люминесценции.

В докладе М. С. Бродина и М. В. Курика «Оптические исследования энергетической структуры кристаллов CdS — CdSe» сообщается об экспериментальном исследовании низкотемпературных спектров поглощения и отражения кристаллов твердых растворов типа CdS_xSe_{1-x}. На основании полученных данных с помощью **Kp**-метода вычислены параметры некоторых энергетических зон электронного спектра в этих кристаллах.

В. А. Лисовенко и М. Т. Шпак в докладе «Влияние ультрафиолетового облучения на собственную люминесценцию антрацена» сообщили о появлении (под влиянием облучения) в спектре люминесценции антрацена двух новых серий полос, которые связываются с возникновением центров свечения двух сортов.

Доклады В. Л. Броуде, М. С. Соскина «Энергетическая структура активных тел ОКГ и возможность изменения частоты генерации» и В. Л. Броуде, Е. Ф. Шеки «Зависимость спектра люминесценции антрацена от интенсивности возбуждающего света» связаны с проблемами оптических квантовых генераторов. В первом докладе рассматриваются предложенные авторами методы перестройки частоты генерации лазера и сообщается об экспериментальном осуществлении (на примере рубинового лазера) такой перестройки с помощью призмы, размещенной внутри интерферометра. Во втором докладе авторы сообщили о результатах исследования спектров люминесценции тонких монокристаллических пленок антрацена при варьировании интенсивности возбуждающего света в широком диапазоне (до 10^{22} $кв/см^2сек$). При этом им удалось показать, что в спектре люминесценции, полученном от «торца» тонкого образца, зависимость интенсивности некоторых полос от интенсивности возбуждающего света круче линейной. Тщательный анализ экспериментальных результатов позволил авторам утверждать, что в тонких образцах антрацена осуществлен режим генерации.

К спектральным работам примыкает сообщение Ю. А. Браташевского, Н. Н. Дыханова, В. А. Моисеева, В. Н. Топчия и В. Р. Шилова «Исследование ЭПР в галлоидарилсульфамидоаммиачном комплексе». В этой работе определено валентное состояние меди в комплексе и симметрия его окружения. По найденной температурной зависимости ширины линии поглощения авторы приводят некоторые соображения о характере взаимодействия ионов меди. Определена частота обменного взаимодействия и температура Кюри.

Совещание заслушало весьма интересный, хотя и стоящий несколько в стороне от основной тематики совещания, доклад И. Я. Фуголь, П. Л. Пахомова, Г. П. Резникова, Ю. Ф. Шевченко «Спектральные исследования послесвечения гелиевой плазмы при низких температурах». В этой работе подробно исследованы элементарные процессы столкновений в разрушающейся низкотемпературной гелиевой плазме при 77 и 20° К. Измерены скорости процесса парной рекомбинации и коэффициенты диффузии метастабильных состояний $2\,^3S$ He. Изучена кинетика высвечивания атомарных линий гелия и предложен механизм интенсивного послесвечения гелиевой плазмы на основе процессов

$$He\,(2^3S) + He\,(2^3S) + He\,(1^1S) \rightarrow He_2^+ + He\,(1^1S) + e,$$

$$H_2^+ + e \rightarrow He^1 + He\,(1^1S) \rightarrow 2He\,(1^1S) + h\nu.$$

В дискуссии А. С. Давыдов и М. И. Каганов отметили, что исследовавшийся авторами процесс диффузии является необычным, и требуется учет процесса резонансного обмена возбуждением.

Ряд заслушанных на совещании сообщений относился к исследованию электронных спектров металлов.

Большой интерес вызвала работа Р. Т. Мина и М. С. Хайкина «Исследование электромагнитной волны СВЧ в скин-слое индия». Эти авторы, исследуя допплеровское расщепление и уменьшение амплитуды пиков циклотронного резонанса на нецентральных сечениях поверхности Ферми при малых углах наклона магнитного поля к поверхности образца, измерили скорость распространения и глубину проникновения электромагнитной волны в индии. На частотах 9,6 и 18,6 $Гц$ при $T = 1{,}8°$ К

среднее по глубине скин-слоя значение скорости волны составляет $1{,}4\cdot10^6$ и $2\cdot10^6$ *см/сек*, а активная глубина проникновения оценена соответственно в $5{,}3\cdot10^{-5}$ и $3{,}9\cdot10^{-5}$ *см*.

Исследованию осцилляций коэффициента поглощения продольного ультразвука в висмуте были посвящены два доклада А. Н. Королюка. При частоте 500 *Мгц* автор наблюдал большое количество осцилляций геометрического резонанса, а в сильных магнитных полях — «гигантские» осцилляции. Изучение этих явлений на одном и том же образце висмута позволило выяснить ряд особенностей электронного спектра висмута.

П. А. Безуглый, А. А. Галкин и С. Е. Жеваго доложили результаты измерения анизотропии периодов осцилляций геометрического резонанса в монокристаллических образцах галлия в поперечных и продольных по отношению к направлению волнового вектора звука магнитных полях. Установлено качественное согласие результатов эксперимента с отдельными областями поверхности Ферми седьмой и восьмой электронных зон, построенных по методу ортогонализованных плоских волн первого приближения. Что касается девятой электронной зоны, то ее размеры в направлении $\mathbf{k}_a$ оказались в 20 раз меньше размеров, вытекающих из упомянутой модели. Свидетельством резкого отличия закона дисперсии электронов в галлии от квадратичного явилось наблюдение осцилляций резонансного типа в продольном по отношению к волновому вектору звука магнитном поле.

В докладе М. И. Каганова и А. И. Семененко «О поглощении звука в графите» рассмотрен процесс поглощения высокочастотного ($\omega\tau \gg 1$) звука в графите, обусловленный взаимодействием фононов с электронами проводимости. Показано, что коэффициент поглощения обладает сильной анизотропией, а часть его, связанная с межзонными переходами, в наиболее актуальной области частот растет как ω^3.

Кроме того, в докладе показано, что характер особенности в спектре фононов, обусловленной взаимодействием фононов с электронами, определяется локальными характеристиками поверхности Ферми.

Исследованию электронной структуры индия и его сплавов с помощью магнитных свойств посвящено сообщение Б. И. Веркина, И. В. Свечкарева и Л. Б. Кузьмичевой «Магнитная восприимчивость металлов и сплавов». Анализ экспериментальных данных позволил заключить, что магнетизм непереходных многовалентных металлов обусловлен в основном межзонными взаимодействиями электронов. Предложена новая интерпретация температурных зависимостей восприимчивости многовалентных металлов.

В работе И. Я. Дехтяра и Р. Г. Федченко исследовано влияние термоциклической обработки на парамагнитную восприимчивость сплавов палладия с железом и палладия с алюминием и железом. Наблюдается отклонение температурной зависимости восприимчивости от закона Кюри — Вейсса. Обнаружена зависимость восприимчивости от поля, исследовано влияние легирования палладия железа на аннигиляционный спектр электронов с позитронами, а также изменение его после многократной закалки сплава. Полученные результаты авторы объясняют взаимодействием атомов железа с дефектами, возникающими при термообработке.

Ю. Н. Циовкин высказал предположение, что эффект изменения восприимчивости может быть объяснен изменением концентрации водорода при термообработке. Б. И. Веркин заметил, что пока нет оснований отдать предпочтение одному из высказанных объяснений эффекта.

Н. В. Волкенштейном и Ю. Н. Циовкиным исследована температурная зависимость электросопротивления и восприимчивости 0,5% ат. растворов $3d$- и некоторых $4d$-металлов в платине в интервале 2—400° К.

Показано, что сопротивление растворов в интервале 6—30° К описывается формулой вида $R = R_{\text{ост}} + R_{\text{ид}}(T) + R_{\text{п}} + A \lg T$. Аномальный член в сопротивлении вида $A \lg T$ связывается с рассеянием электронов проводимости на локализованных магнитных моментах примесных центров.

Данные магнитной восприимчивости подтверждают наличие магнитных моментов на примесных атомах.

Сообщения о работах, посвященных исследованию физических свойств ожиженных газов, стали традиционными для криогенных конференций.

В работе Ю. П. Благого, А. Е. Бутко, С. А. Михайленко, И. Л. Низковолос, Н. А. Оробинского, А. И. Савиной, В. В. Якубы исследовались термодинамические свойства ряда ожиженных газов и их растворов. Изучены фазовые равновесия и плотность систем гелий — водород, азот — пропилен, аргон — пропилен, метан — пропилен и др. Обнаружены большие отклонения от идеальности и ограниченная растворимость в исследованных растворах. Проведен термодинамический анализ данных и сделаны выводы о связи вида диаграмм равновесия раствора с энергией межмолекулярного взаимодействия и структурой раствора.

Исследования скорости звука, проведенные этими же авторами для аргона, кислорода, азота, метана, пропилена и криптона, позволили определить ряд важных термодинамических свойств этих веществ, адиабатическую и изотермическую сжимае-

мости, теплоемкость при постоянном объеме и вдоль линии насыщения в широком интервале температур.

П. С. Руденко и В. Г. Конарева сообщили о результатах исследования вязкости D_2, HD и H_2 и их растворов от тройной точки до температуры кипения и во всей области концентраций. Обнаружена линейная зависимость относительной разности коэффициентов вязкости изотопов водорода от относительной разности масс изотопов. Максимальное отклонение коэффициентов вязкости растворов от аддитивных значений достигает для растворов D_2 — H_2, HD — H_2 и D_2 — HD соответственно — 11,5%, —7%, —5%.

Особенностью данного совещания было значительное количество сообщений, посвященных изучению отвердевших газов. В силу ряда особенностей — простоты молекул, высокой симметрии решеток и наличия, как правило, одного типа сил межмолекулярного взаимодействия — отвердевшие газы могут служить удобным объектом исследования при решении некоторых принципиальных вопросов физики твердого тела.

Л. П. Межов-Деглин провел измерения теплопроводности кристаллического He^4 в области 0,5—2,5° К и давлений до 185 *атм.* Температурная зависимость, а также максимальные значения теплопроводности таких монокристаллов существенно отличаются от обычно наблюдаемых и находятся в близком соответствии с результатами Гуржи, теоретически исследовавшего процессы переноса в идеальных кристаллах.

В. Г. Манжелий, А. М. Толкачев, В. Г. Гаврилко и Е. И. Войтович рассказали о результатах работы по определению плотности и теплового расширения отвердевших газов. Пикнометрическим методом измерены плотности твердых метана, аммиака, азота, кислорода и ксенона. Авторами впервые создана экспериментальная установка для непосредственного изучения теплового расширения отвердевших газов. Определены коэффициенты линейного расширения кристаллических аммиака (25—175° К), метана (21—60° К) и кислорода (20—47° К). Часть теплового расширения указанных отвердевших газов связана с молекулярными степенями свободы. Для аммиака предложен способ разделения решеточного и молекулярного вкладов в тепловое расширение.

П. А. Безуглый, Н. Г. Бурма и Р. Х. Миняфаев, используя импульсную методику, определили скорость распространения продольных и поперечных ультразвуковых волн частотою 1 *Мгц* в поликристаллическом аммиаке (77—170° К) и поликристаллическом метане (14,4—77° К). На основании результатов измерений и литературных данных о плотности в указанных температурных интервалах определены «адиабатические» упругие константы отвердевших аммиака и метана и оценена их дебаевская температура.

Д. Н. Большуткин, Л. И. Борисова, А. В. Леонтьева, А. И. Прохватилов, Т. В. Сильвестрова, В. Г. Снигирев, В. И. Старцев, Ю. Е. Стеценко провели комплексное исследование механических свойств отвердевших метана и аммиака. Авторами разработаны оригинальные методики определения механических свойств поликристаллического аммиака (при растяжении, сжатии, ударном изгибе, вдавливании индентора, ползучести) и метана (при растяжении и вдавливании индентора). Установлены температурные зависимости свойств аммиака ($T \geqslant 77°$ К) и метана ($T \geqslant 20°$ К). Определена температурная зависимость статического модуля нормальной упругости при сжатии и коэффициента Пуассона аммиака.

Температурная зависимость твердости метана обсуждена с использованием представлений о диффузионном преодолении дислокациями препятствий при ползучести, обнаруженной при погружении индентора. Получена аналитическая зависимость твердости от температуры.

Физико-технический институт низких температур АН УССР

П. А. Безуглый, В. В. Еременко, Л. С. Кукушкин, И. О. Кулик, В. Г. Манжелий, В. И. Пересада, В. Г. Песчанский, В. А. Попов, Л. А. Шишкин