

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКСОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

**НА ОБЩИХ СОБРАНИЯХ
АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
И ЕЁ ОТДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ
И ХИМИЧЕСКИХ НАУК**

В период с 17 по 23 мая происходили общие собрания Академии наук Украинской ССР и всех её отделений. На этих собраниях были проведены выборы новых действительных членов и членов-корреспондентов Академии. По физике к выборам объявлены были следующие вакансии: действительных членов Академии по специальности «экспериментальная физика» — 3; членов-корреспондентов: по специальности «теоретическая физика» — 1, по специальности «металлофизика» — 1.

Общим собранием отделения физико-математических и химических наук и общим собранием Академии действительными членами Академии избраны: профессор А. К. Вальтер, член-корреспондент АН УССР Б. Г. Лазарев и член-корреспондент АН УССР В. И. Данилов.

Вальтер Антон Карлович хорошо известен всем поколениям советских физиков, а благодаря своим блестящим научно-популярным книгам — и широким кругам советской интеллигенции. Начало его научной деятельности относится к 1923 г. В течение первого десятилетнего периода она была направлена на разработку физики диэлектриков. В многочисленных его исследованиях изучались явления электропроводности, высоковольтной поляризации и пробоя кристаллических и аморфных диэлектриков. В особенности из этого цикла следует отметить ряд работ, посвящённых новому «электролитическому» типу пробоя диэлектриков. В этих же работах впервые была показана возможность проникновения электронов из электродов внутрь кристалла.

А. К. Вальтер принадлежал к тому основному ядру физиков, которые создавали и развивали Физико-технический институт АН УССР. И в настоящее время Антон Карлович ведёт большую научно-организационную работу, являясь заместителем директора по научной части ФТИАН УССР. Его научная эрудиция и личные качества привлекают к нему молодёжь, и он имеет многочисленных учеников, удостоенных научных степеней и званий.

Данилов Виталий Иванович в первый период своей научной деятельности был известен в физике, как пионер в области исследова-

дования упорядоченного строения жидкости, в частности жидких металлов и их сплавов. Эти исследования привели к выводу, что междумолекулярные силы, определяющие структуру кристалла, определяют также и взаимные расположения молекул в жидкой фазе. Логическое расширение научных интересов на круг явлений, связанных с переходом вещества из жидкого состояния в твёрдое, характеризует второй период его деятельности.

В. И. Даниловым совместно с сотрудниками проведены систематические исследования явлений кристаллизации, изучены закономерности возникновения центров кристаллизации в объёме переохлаждённых жидкостей и на частичках механических примесей, изучено влияние на кристаллизацию примесей, растворённых в жидкости. Эти работы служат основой для создания физической теории формирования структуры металлического слитка. От исследования кристаллизации переохлаждённых органических жидкостей и легкоплавких металлов В. И. Данилов перешёл к вопросам кристаллизации тугоплавких металлов и, в частности, стали.

Известно, что работы В. И. Данилова в области кристаллизации были отмечены в 1950 г. присуждением ему Сталинской премии.

Лазарев Борис Георгиевич, будучи ещё молодым физиком, возглавил крупную лабораторию низких температур теперешнего Физико-технического института АН УССР. Он пошёл в области физики низких температур своими путями, создал свою школу, которая достигла выдающихся успехов, отмеченных присуждением в 1951 г. Б. Г. Лазареву Сталинской премии.

В руководимой Б. Г. Лазаревым лаборатории проводится широкое комплексное изучение свойств вещества при низких и сверхнизких температурах. Здесь для металлов была установлена общность гальваномагнитных явлений, заключающихся в периодической зависимости магнитной восприимчивости и ступенчатом характере изменения электросопротивления с изменением магнитного поля, что раньше считалось исключительной особенностью висмута. С большой полнотой изучается вопрос о переходе в сверхпроводящее состояние, кинетика этого перехода и зависимость от разных факторов, в том числе от различного рода деформаций. При этом изящным методом Б. Г. Лазареву удалось открыть изменение объёма металла при сверхпроводящем переходе. Эти и ряд других фундаментальных данных, полученных в лаборатории Б. Г. Лазарева, подводят экспериментальный базис под создание новой теории металлов.

Б. Г. Лазарев использовал оригинальный метод для небывало эффективного разделения изотопов гелия и получения в больших количествах жидкого гелия, весьма обогащённого лёгким изотопом, что позволило произвести исследования влияния примеси на поведение «квантовой жидкости».

Членом-корреспондентом по специальности «теоретическая физика» был избран отделением и утверждён общим собранием АН доктор физико-математических наук, заместитель директора по научной части Киевского института физики АН А. С. Давыдов.

Давыдов Александр Сергеевич является воспитанником Московского университета и учеником И. Е. Тамма. Вначале его интерес был направлен в область теории элементарных частиц, куда относится и его кандидатская диссертация. Из этих исследований следует отметить теорию частицы со спином $\frac{3}{2}$.

В период Отечественной войны А. С. Давыдов возглавляет крупную заводскую лабораторию, а с 1945 г. работает в Институте физики АН УССР. Здесь его научный интерес начинает привлекать сложная и находившаяся в самой начальной стадии теоретического изучения проблема спектроскопии твёрдого тела. Исходя из идеи экситона, А. С. Давыдов, благодаря умению в каждой задаче усмотреть основное

и выбрать нужное приближение, быстро продвигается вперёд и закладывает основы нового раздела теоретической физики — физической оптики молекулярных кристаллов — и уже в 1949 г. в Физическом институте им. Лебедева блестяще защищает докторскую диссертацию. Таким образом, в лице А. С. Давыдова АН УССР имеет крупного, быстро растущего учёного. Ему удалось не только впервые создать внутренне непротиворечивые основы молекулярной теории дисперсии и плеохроизма кристаллов, объяснить замечательные особенности в электронных спектрах кристаллов, но и многие из этих особенностей предсказать, правильность чего только впоследствии подтвердил эксперимент.

По специальности «металлофизика» членом-корреспондентом был избран проф. А. А. Смирнов.

Смирнов Адриан Анатольевич в своих исследованиях охватил широкий круг вопросов, относящихся к теории металлов и металлических сплавов. Сюда относятся работы по построению электронной теории сплавов, работы по исследованию нарушений правильности кристаллической решётки сплавов и по построению теории диффузии, работы по теории сопротивления чистых металлов и сплавов и др. В этих работах А. А. Смирновым была построена общая теория движения электронов в кристаллической решётке упорядочивающихся сплавов, на её основе им изучался вопрос об электросопротивлении и гальваномагнитных эффектах в сплавах указанного типа.

Наряду с общим собранием Академии и собраниями отделений происходили и научные сессии отделений. При Отделении физико-математических и химических наук работала физическая секция. Ниже приведены краткие рефераты докладов.

1. Д. И. Блохинцев «Элементарные частицы и поля» В квантовой механике резкая грань между частицами и средой несколько нарушается уже в самом начале. Представление о частицах, как о материальных точках, с квантовой механикой несовместимо. Однако в квантовой механике остаётся ещё много аналогий с классической механикой. Эти аналогии кончаются при переходе к большим энергиям, когда мы имеем дело с разномножением частиц. В математической интерпретации это отражается как увеличение числа степеней свободы рассматриваемой системы. Концепция же поля с самого начала предполагает бесконечно большое число степеней свободы. В этом — её большая общность, но в этом же заключается и трудность. Поле может быть разложено на нормальные колебания, энергии и импульсы которых оказываются квантованными. Поля могут обмениваться с другими полями энергией и импульсами конечными порциями. Таким образом, происходит переход от полей к частицам. Частицы возникают как возбуждения поля. С этой точки зрения поле является первичным, частицы — вторичными. Аналогией этому может быть твёрдое тело и возникающие в нём фононы.

Неясным остаётся вопрос о возбуждениях поля без частиц.

Для квантовой теории поля характерно наличие «нулевых» колебаний поля, которые экспериментально обнаруживаются в расщеплении электронного уровня водородного атома. Аналогично получаются поляризационные колебания (известный «фон») позитронно-электронного поля.

Вместе с явлением поляризации вакуума всё это приводит к удивительной аналогии с твёрдым телом. Отличием поля от диэлектрика является то, что число степеней свободы остаётся бесконечным. Это — наибольшее затруднение современной теории.

А. И. Ахиезер высказался в том духе, что всё, сказанное Д. И. Блохинцевым, относится к двум полям: электронным и фотонным. В послед-

нем случае мы искусственно обрываем связь между двумя полями, для чего единственным основанием является соотношение: $\frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137}$. В мезонных же полях малой постоянной мы не имеем. Поэтому Ахнезер полагает, что на самом деле и поля и частицы в теории останутся. Но и в отношении фотонного поля, может быть, лучше говорить не о первичном и вторичном, а о взаимосвязи между квантом и полем.

И. М. Лифшиц также выразил своё отрицательное отношение к представлению о «первичности» поля. Так как по отношению к не взаимодействующим частицам выводы статистики и термодинамики были бы неправильны, то всегда нужно говорить о взаимодействующих частицах, а в полевой концепции при наличии взаимодействия понятие частицы нарушается. Поэтому и постановка вопроса о первичности того или другого является незаконной.

Д. И. Блохинцев, отвечая на замечания по вопросу о «первичности», отметил, что вопрос состоит в том, что является наиболее общим? В такой общей постановке концепция поля является более общей, так как с самого начала мы имеем дело с бесконечно большим числом степеней свободы и с рождением частиц за счёт возбуждений поля.

Несмотря на трудности, и в отношении мезонов концепция поля может быть сохранена $\left(\Gamma \ll \frac{mc^2}{n} \right)$.

В случае сильного взаимодействия мы пока не знаем, как следует поступать.

2. С. И. Пекар «Об основах теории электрических, фотоэлектрических и оптических явлений в ионных кристаллах». Теория полупроводников разделяется на: 1) феноменологическую или макротеорию (теория выпрямления, зависимости концентрации носителей тока от температуры, рассмотрение рекомбинации и др.) и 2) микротеорию. Феноменологическая теория не чувствительна к модели объекта, так как число параметров, с помощью которых выводы теории можно согласовать с данными эксперимента, очень велико. Расчёт коэффициентов макротеории должен быть предметом микротеории.

Микротеория в противоположность макротеории находится в неудовлетворительном состоянии. Сюда относится зонная теория, которая не в состоянии объяснить многие явления. Другой вариант микротеории — адиабатическое рассмотрение — возможен и обоснован только для ограниченного дискретного спектра состояний частиц.

С 1943 г. автор занялся рассмотрением электронов в ионном кристалле, что привело к поляронным самосогласованным состояниям. Движение полярона рассматривается как распространение поляризационных волн, приводящее к трансляции поляризационной ямы. Можно говорить о квазичастице и её эффективной массе, которая автором, совместно с Ландау, и была вычислена в 1948 г. Оказывается, что поляроны энергетически более выгодны, чем зонные электроны. Зонные состояния чельзя рассматривать даже как метастабильные состояния.

Н. Н. Боголюбовым было выдвинуто возражение против введения «ближних операторов. Однако введение точных операторов и расчёты того Боголюбова привели к тем же результатам.

Подвижность полярона оказалась того же порядка, что и подвижность телей тока. В силу концентрационного превосходства поляроны доминируют в проводимости. На основе поляронной теории была разработана теория центров и определена эффективная масса μ — единственный параметр. Теория позволяет вычислить подвижность полярона и её зависимость от температуры, рассчитать коэффициенты рекомбинации, «сдвигов» электронов и их температурную зависимость.

3. А. И. Ахиезер «Кинетика намагничивания фермиевского газа». Эффективным способом получения сверхнизких температур является магнитный способ. При этом между конечной температурой T_f и начальной T_i существует зависимость $T_f = T_i \frac{W}{\mu H}$. Заманчивые перспективы приобретает проблема использования ядерного парамагнетизма как для получения сверхнизких температур, так и для других более теоретических задач. При использовании ядерного магнетизма $W \sim \frac{\mu^2}{\alpha^3}$ и $T_f \sim \mu$. При этом возникает вопрос о времени установления равновесия, которое обусловлено энергией взаимодействия между спинами и решёткой.

К поднятому здесь вопросу непосредственное отношение имеет смесь He^3 и He^4 , которую можно рассматривать как слабый раствор He^3 в He^4 . А это и есть в чистейшем виде случай фермиевского газа. Рассмотрение кинетики намагничивания вырожденного газа Ферми-Дирака показывает, что время релаксации пропорционально квадрату температуры и не зависит от плотности частиц. Применение полученных результатов к слабому раствору He^3 в He^4 показывает, что при $T = 1^\circ \text{K}$ время намагничивания He^3 составляет 18 час. При $T = 2^\circ \text{K}$ время намагничивания уже ≈ 5 час. Введением к парамагнитному газу диамагнитной примеси можно регулировать скорость изменения состояния в магнитном поле. Если бы в наш раствор можно было ввести примесь с концентрацией по отношению к $\text{He}^3 \approx 10^{-6}$, то время намагничивания снизилось бы от 18 час. до нескольких секунд. Восприимчивость при этом не изменилась бы. Роль примеси могут играть диамагнитные стенки.

С целью выяснения вопроса об энергетическом спектре важно изучать парамагнетизм при низких температурах.

И. М. Лифшиц отметил, что здесь речь может идти о способе получения отрицательных температур, так как именно при частичном равновесии, для магнитного равновесия, можно, по Ландау, говорить об отрицательной температуре. (Отрицательные температуры вытекают из рассмотрения системы частиц с уровнями энергии, ограниченными сверху.)

4. И. М. Лифшиц «Теплоёмкость тонких плёнок и кристаллов малых размеров». В вопросе о теплоёмкости малых кристаллов при низких температурах прежними авторами допущены ошибки. Поэтому возникла потребность в решении задачи заново. Рассматриваются фононная и электронная части теплоёмкости для плёнок и для пространственных образований. Специфика кристаллов малых размеров при вычислении теплоёмкости проявляется в необходимости перехода к квантованию энергии. При вычислениях фононной части теплоёмкости это происходит из-за сближения стенок, при вычислении электронной составляющей — из-за расщепления уровней. Переход к квантованию определяется совместно и размерами кристалла и температурой. При линейных размерах кристалла $\approx 10^{-5}$ см температура квантования $T_{\text{кв}} \approx 1^\circ \text{K}$. При переходе к квантованию для фононной части теплоёмкости вместо дебаевского кубического закона получается зависимость теплоёмкости от температуры экспоненциального вида для кристаллитов и квадратичная — для тонких плёнок. Электронная составляющая теплоёмкости оказывается пропорциональной температуре в первой степени. Автором определены размеро-температурные области для кристаллитов и для плёнок, в которых действует тот или иной закон теплоёмкости.

5. К. Б. Толпыго «Об определении эффективной скорости носителей тока в полупроводниках по поглощению инфракрасных лучей». Предлагаемый метод определения:

тивной массы основан на той идее, что в быстропеременных полях (оптические колебания) должна проявиться инерция носителей тока, и потому величина эффективной массы должна оказывать влияние на оптические постоянные полупроводника. В работе рассматривается «классическое» поглощение света свободными зарядами, совершающими вынужденные колебания под действием электрического поля световой волны и рассеивающими приобретенную от света энергию путем соударений с решеткой. При этом расчет проводится в предположении, что и кинетическая энергия носителя и время между двумя последовательными неупругими соударениями являются произвольными функциями импульса. Из расчета вытекает возможность определения эффективной массы из данных для проводимости, постоянной Холла, коэффициента поглощения инфракрасных лучей известной частоты.

В качестве примера вычислена эффективная масса дырки в кремнии, так как только для этого случая имеются все необходимые данные. Результаты оказались отличными от полученных другими методами ($M = 0,3 m_e$). Обсуждаются причины этого расхождения и условия применимости изложенного метода.

6. А. Ф. Прихотько и В. Л. Броуде «Спектры поглощения монокристаллов бензола и гексаметилбензола в поляризованном свете». Авторы наблюдали образование кристаллов в очень узкой кварцевой ювете (шириной около микрона), помещенной в специальный криостат с кварцевыми окнами. Применение кварцевого микрообъектива позволяло наблюдать в проходящем свете процесс образования кристаллов на экране. Медленное охлаждение бензола приводит к образованию мелких кристалликов различной интерференционной окраски, обязанной различной кристаллографической ориентировке по отношению к световому пучку. С помощью изменений температуры вблизи точки плавления можно добиться значительного укрупнения плоских кристаллов с сильно развитой какой-нибудь одной из граней. Это позволило выделять для наблюдений определенные кристаллы и снимать их спектры поглощения, что и было сделано в поляризованном свете при низких температурах для трех компонент спектра кристалла бензола, связанных с колебаниями светового вектора, параллельными трем осям кристалла. С помощью этих спектров однозначно решается вопрос о симметрии запрещенного перехода в бензоле, ответственного за поглощение в области 2800 Å. В согласии с теорией А. С. Давыдова этот резко поляризованный переход (на уровень симметрии B_{2u}) в кристалле бензола имеет составляющие только по a - и c -направлениям в кристалле. Для b -направления переход запрещен, и серии, связанные с кристаллическим состоянием вещества, не наблюдаются. Этим самым, одновременно с подтверждением теории Давыдова, опровергаются расчеты Уинстона, предсказывающие иной результат.

По интенсивностям спектров поглощения оказывается возможным судить о кристаллографических ориентациях кристаллов, что, в принципе, открывает перспективу для оптического структурного анализа кристаллов.

Такая же методика позволила в кристаллах гексаметилбензола непосредственно наблюдать фазовые переходы при низких температурах.

7. Б. И. Эсельсон, Б. Г. Лазарев и Н. Е. Алексеевский «Упругость пара над растворами изотопов гелия». Измерения упругости пара над растворами He^3 в He^4 вызваны тем обстоятельством, что в некоторых работах было обнаружено якобы отступление от известного закона Рауля, который для слабых растворов устанавливает пропорциональную зависимость между понижением упругости пара

раствора, по сравнению с упругостью пара чистого растворителя, и концентрацией раствора. Авторы данного доклада обнаруживают допущение ошибок в экспериментах, на основании которых было сделано вышеприведённое заключение. В исследовании английских и американских авторов эти ошибки заключались в том, что по существу дела при измерениях нельзя было пользоваться количествами жидкости, меньшими 10 см^3 , между тем отступление от закона Рауля связаны с данными, полученными именно с малыми количествами гелиевого раствора. В другом случае голландскими авторами допущены экспериментальные ошибки в определениях упругости пара из-за неучёта эффекта от перетекания по плёнке He II .

Авторами доклада тщательно проведены измерения упругости пара над жидкой смесью изотопов гелия для концентраций He^3 от 0,1 до 2%. Из полученных значений упругости вычислены концентрации растворов в предположении справедливости закона Рауля. Результаты совпадали со значениями истинной концентрации. Отсюда и делается вывод о близком к идеальному поведении растворов He^3 в He^4 в указанных пределах концентрации.

В связи с докладом А. П. Комар спросил, почему измерения всех авторов дают для упругости пара гелия ниже λ -точки значения, большие, чем это было бы для He I (по экстраполяции).

И. М. Лифшиц на основании простого и убедительного термодинамического рассмотрения показывает, что на самом деле должно быть наоборот, и результат, получаемый в этом отношении в экспериментах, является непонятным.

8. Б. И. Веркин, Б. Г. Лазарев, Н. С. Руденко «Магнитные свойства металлов при низких температурах». По сравнению с одноимённым докладом на прошлой сессии (см. УФН 41, 556 (1950)) настоящий доклад характеризуется не столь расширением списка исследованных веществ, сколь прецизированием и расширением различных данных, собранием большого фактического материала количественного характера. Этот материал получен из тщательных опытов, проведённых с возможно более чистыми монокристаллами висмута, сурьмы, цинка, кадмия, бериллия, магния, олова и ртути в области температур от комнатной до $1,5^\circ \text{K}$ и в магнитных полях — от 1500 до 15000 эрстед. Особенно тщательно и детально исследованы эффекты периодического изменения магнитной восприимчивости в области низких температур в зависимости от напряжённости внешнего магнитного поля и в зависимости от ориентации монокристаллов по отношению к вектору поля. Показано, что многочисленный количественный экспериментальный материал, добытый авторами, не находит удовлетворительного объяснения в рамках существующих теорий.

9. Л. С. Палатник «Принцип кристаллогеометрического соответствия и его приложения». Все явления когерентной связи в кристаллах приблизительно соответствуют таким согласованным аффинным преобразованиям сопрягающихся однотипных или разнотипных кристаллических решёток, при которых достигается уравнение сопрягающихся обобщённых периодов A решётки.

Аффинные преобразования могут состоять из равномерного сжатия и растяжения, а также из преобразований симметрии или сдвига, либо из их комбинаций, когда разница в несопряжённых (неискажённых) кратчайших периодах идентичности (r) не превосходит определённых пределов их исходных соотношений от упругих свойств материнской и дочерней решёток, т. е. когда удовлетворяются приближённые соотно-

$$\text{шения типа } \frac{|A_1|}{|A_2|} = \frac{r_1}{r_2} \dots$$

При этом в когерентно-сопряжённой системе возникает квазиравновесное состояние, которое должно соответствовать относительному минимуму энергии. Нарушение когерентной связи также соответствует требованию минимума энергии системы и возникает после накопления ею упругой энергии, превышающей разницу поверхностной энергии на границах некогерентной и когерентной связи. Этим определяются критические размеры дочерней решётки.

10. А. З. Голик «Строение и вязкость жидких металлов и металлических сплавов». Исследования автора проводятся в аспекте установления связи между вязкостью жидких металлов с их молекулярной структурой. Предыдущие работы автора были проведены с органическими жидкостями, являющимися удобными объектами исследования. Последнее обстоятельство позволило установить некоторые простые закономерности и получить практически важные результаты в отношении смазочных жидкостей. Основной такой закономерностью является зависимость коэффициента вязкости от температуры, выра-

жающаяся формулой $\eta = A e^{-\frac{B}{RT}}$, где для разных жидкостей B оказывается функцией критической температуры жидкости. Критическая температура (точка перехода между жидкой и газообразной фазами) является, по автору, существенной характеристикой междумолекулярных связей в жидкости. Для однотипных (с одинаковой молекулярной структурой) жидкостей по мере повышения критической температуры кривые $\eta(T)$ закономерно смещаются вверх. Соблюдается аддитивность свойств при смешивании — смешивание двух жидкостей с разными критическими температурами даёт жидкость, характеристика которой $\eta(T)$ лежит в промежутке между характеристиками смешиваемых компонент. Это обстоятельство приводит к возможности получения изовязкозных жидкостей разного состава.

Переходя к жидким металлам, автор начал свои исследования со ртути, а также кадмия и цинка и их металлических растворов со ртутью. Здесь он также получил температурные зависимости коэффициента вязкости, аналогичные написанной выше, и определил значение числителя в экспоненциале, имеющего смысл энергии активации.

П. Борзяк