

остаётся совершенно загадочным, почему текст самого Франклина достаточно было привести только в русском переводе, а приведенные им, менее существенные, сноски надо было давать и в подлиннике и в переводе.

Во-вторых, редактор и комментатор русского издания не обратили внимания на чрезвычайно важное обстоятельство, существенное для всякого, кто хочет использовать эту книгу как научный источник. Дело в том, что всякому исследователю необходимо знать, как изменялся текст книги Франклина с I до V издания. Ведь наибольшее впечатление на современников произвело первое издание, выпущенное в 1751 г. Затем в 1753 г. в Англии вышли «Дополнительные опыты и наблюдения». В дальнейшем Франклин изменял и дополнял каждое новое издание.

По-видимому, Рихман был знаком лишь с изданием 1751 г., а Ломоносов прочитал уже после смерти Рихмана также и «Дополнительные опыты и наблюдения». Мы знаем, далее, что в 1758 г. в Петербурге Эпинус работал над своим капитальным трактатом «Опыт теории электричества и магнетизма», в основу которого он положил именно воззрения Франклина.

Для всякого, следовательно, кто работает над историей нашей отечественной науки и кто ею интересуется, очень важно знать, чем именно отличались отдельные издания труда Франклина.

Редактор американского издания И. Б. Коэн привел очень ценные текстологические данные, хотя далеко не исчерпал этого вопроса, но редактор русского издания Б. С. Сотин не придал никакого значения этой стороне дела и не привел вообще никаких данных о ней. Иными словами, редактор не понял, что выпускаемый им текст, носящий высокую марку Академии наук СССР, должен быть научно проверенным текстом.

В-третьих, совершенно очевидно, что академический перевод иностранного классика должен по возможности точно передавать смысл и особенности подлинника. К сожалению, этого нельзя сказать о переводе В. А. Алексеева. Приведем некоторые замеченные нами погрешности перевода. На стр. 8 и 9 тов. Алексеев переводит *iron shot* — чугунное ядро (именно ядро!) — через «чугунный шар», *marble* — игрушечный шарик — через «горошина».

В конце письма II Франклин указывает, что поскольку корабль уже отплывает, он не сможет дать столь обстоятельный отчет «*on American Electricity*», т. е. об Американской электрической науке. А в русском переводе текста (стр. 13) «*American Electricity*» не только переведено буквально как «американское электричество», но и напечатано строчными буквами, что делает эту фразу попросту бессмысленной. Далее Франклин упоминает «*European papers on Electricity*», что означает «европейские статьи по электричеству», а тов. Алексеев переводит — «европейские книги по электричеству».

Перечисленные ошибки могут показаться не очень серьезными, однако они недопустимы в переводе исторического памятника.

И здесь редактор Б. С. Сотин не проявил ни должного внимания, ни понимания.

В-четвертых, вместо глубокой оригинальной статьи о состоянии учения об электричестве к моменту появления «Опытов и наблюдений» Франклина, о научном значении его труда, о жизни и деятельности этого выдающегося ученого и политического деятеля читатель русского издания находит тощую компилятивную справку Б. С. Сотины «Жизнь и научная деятельность В. Франклина». Статейка эта не только не содержит никаких новых материалов или соображений, но она уступает по своей научной ценности даже тем кратким очеркам, которые можно найти в ином популярном справочнике. Автор этой статьи совершенно не использовал ни капитальных трудов, ни многочисленных интересных статей о Франклине, опубликованных за последние 50 лет, особенно американскими исследователями. Видимо, автор статьи не только не является исследователем этого вопроса, но вообще некомпетентен в этом вопросе. Характерно, что в этой статье ни единым словом не упомянуты ближайшие продолжатели теории Франклина — Эпинус и Кавендиш. Не сказано ни слова о том, как надо понимать теорию эту с точки зрения современной физики.

Резюмируя наше обсуждение, приходится признать рецензируемую книгу недоброкачественной продукцией. Это особенно достойно сожаления, если учесть, что выпуск серии «Классиков науки» за последние годы почему-то резко упал в количественном отношении. А ведь нельзя забывать, что эта серия выполняет большое и важное дело, приобщая советскую интеллигенцию к классическим первоисточникам мировой науки.

Я. Г. Дорфман

Р. Пайерлс, Квантовая теория твердых тел. Перевод с англ. А. А. Абрикосова, ИЛ, стр. 259, Москва, 1956, ц. 12 р. 85 к.

водность и это есть как раз те вопросы, которые в свое время разрабатывал автор. Вопрос о теплопроводности диэлектриков, т. е. о переносе энергии в диэлектрике тепловыми колебаниями, автор сначала анализирует качественно, рассматривая ангармоничность, как причину рассеяния фононов. Из этого качественного рассмотрения непосредственно вытекает необходимость процессов переброса, т. е. таких процессов, когда в результате взаимодействия фононов полный квазимпульс последних не сохраняется. В заключение главы автор, опираясь на кинетическое уравнение Больцмана, анализирует температурную зависимость теплопроводности при высоких температурах и влияние примесей и размеров кристалла на теплопроводность. Автор считает, что в основном в этих вопросах имеется согласие с экспериментом. В связи с этим стоит, пожалуй, отметить, что, как это было показано в последние годы исследованиями акад. А. Ф. Иоффе и его сотрудниками, теплопроводность в неметаллических кристаллах, особенно в полупроводниках, имеет в действительности гораздо более сложный характер, чем это предусматривается теорией Пайерлса.

Глава 3. Взаимодействие света с непроводящими кристаллами. В этой главе рассмотрены инфракрасное поглощение, дифракция рентгеновских лучей, тепловой фактор, когерентное и комбинационное рассеяние света — оптические явления, не связанные с электронными переходами. В заключение главы, опираясь на математическую аналогию, рассмотрено рассеяние нейтронов кристаллической решеткой. В основу изложения в этой главе положено выражение для энергии взаимодействия кристалла с электромагнитным полем, которое предполагается известным и которое затем надлежащим образом преобразуется в различных случаях. Благодаря этому все явления рассмотрены с единой точки зрения и автор может коснуться многих тонких вопросов, таких, как ширина линий, интенсивность фона и т. д.

Глава 4. Электроны в идеальной решетке. В этой главе автор уже переходит к исследованию свойств металлов. Предполагая ионы закрепленными, автор подробно исследует движение электронов в периодическом поле. После изложения теоремы Блоха и выяснения основных особенностей энергетического спектра электронов в периодическом поле, рассматриваются приближения сильно связанных и почти свободных электронов. Далее исследуются ускорения, вызванные электрическим и магнитным полями, причем формула для ускорения электрона электрическим полем выводится из рассмотрения волновых пакетов, формула же для ускорения магнитным полем приводится без вывода и пишется по аналогии. После изложения основ статистики электронов в металлах рассматривается теплоемкость, выводится общая формула, показывается роль плотности статистического веса в теплоемкости и производится оценка этой величины в разных случаях. В заключение главы рассматриваются поверхностные задачи, связанные с термоэлектронной и холодной эмиссией электронов.

Глава 5. Силы сцепления в металлах. Общие идеи о природе металлической связи были вкратце сформулированы еще в первой главе. Здесь эти идеи развиваются.

Глава 6. Явления переноса. Это, может быть, одна из интереснейших глав книги. Сначала автор исходит из представления о том, что существует некоторое, зависящее только от энергии, время свободного пробега и пишет уравнение Больцмана в форме условия стационарности как при наличии только электрического поля, так и при совместном действии электрического поля и градиента температуры. Далее проводится обобщение на случай, когда вероятность рассеяния зависит от угла рассеяния. Это позволяет автору сейчас же получить выражение для электрического и теплового потоков, найти коэффициент теплопроводности и проводимости, а также установить закон Видемана — Франца. Далее автор переходит к рассмотрению механизма рассеяния электронов и сперва рассматриваются статические препятствия (примеси и нарушения решетки). При этом оказывается, что, вообще говоря, в результате рассеяния электронов на статических препятствиях возникают фазовые соотношения между различными стационарными состояниями. Для того чтобы получить кинетическое уравнение, содержащее обычный член столкновений, нужно допустить, что таких фазовых соотношений не существует. Поэтому автор вводит в качестве первого предположения допущение о том, что природа рассеивающего потенциала такова, что таких фазовых соотношений не существует. Автор показывает, что в случае статических препятствий это будет иметь место, если последние хаотически распределены по решетке, что соответствует обычному представлению о виде «интеграла столкновений» в кинетической теории газов. Однако этого еще недостаточно. При выводе кинетического уравнения оказывается необходимо сделать предположение о том, что время свободного пробега удовлетворяет условию $\tau > \frac{\hbar}{kT}$; если это условие не выполнено, то кинетическое уравнение не имеет смысла. Таким образом автор выясняет границы применимости кинетической теории.

Рецензируемая книга представляет собой обработку курса лекций, прочитанных автором в 1953 г. в летней школе теоретической физики в Лез-Уше (Гренобль). В книге излагается современное состояние квантовой теории твердого тела, но в отличие от многих других книг, посвященных той же теме, настоящая книга отличается в первую очередь тем, что в ней сделан упор на принципиальные черты теории.

В связи с тем, что физика твердого тела приобрела в современной технике актуальное значение, квантовая теория твердых тел привлекает серьезное внимание не только физиков-теоретиков и экспериментаторов, но также и широкие круги химиков, инженеров, радиотехников, которые в своей работе неизбежно соприкасаются с различными проблемами современной физики твердых тел. Книга, посвященная всестороннему физическому анализу основных принципов квантовой теории твердых тел, выяснению встретившихся трудностей, анализу нерешенных проблем — представляет, конечно, особый интерес и является в своем роде единственной. Для того чтобы правильно оценить эту книгу, нужно учесть, что автор ее 25—30 лет тому назад, в годы создания современной квантовой теории твердых тел, принимал самое активное участие в ее разработке и немало разделов этой науки связано с его именем. Основные вопросы, которые были тогда разработаны проф. Пайерлсом — это теория теплопроводности диэлектриков, теория оптических свойств диэлектриков и металлов, теория электропроводности металлов, теория гальваномагнитных явлений в металлах, теория магнитных свойств металлов. Автором впервые было дано правильное объяснение аномального знака эффекта Холла в металлах и введено важное понятие о процессах переброса. После этого проф. Пайерлс многие годы посвятил разработке других разделов теоретической физики и вот теперь, спустя два десятка лет, в связи с упомянутым выше курсом лекций, он вновь вернулся к вопросам квантовой теории твердых тел и дал новое изложение основных вопросов теории с учетом всех достижений за эти годы и прошедших дискуссий. Естественно, что автор главное внимание уделил тем вопросам, разработке которых были посвящены его труды. Некоторые вопросы, которые разрабатываются в квантовой теории твердого тела в настоящее время, затронуты лишь вскользь (например, теория полупроводников), другие остались вообще незатронутыми (например, циклотронный и спиновый резонансы). Но это является скорее достоинством книги, чем недостатком, потому что благодаря этому автор смог сосредоточить внимание на анализе принципов теории. Привлекает также стиль изложения. Автор использует минимум математических средств, подчеркивает на каждом этапе рассуждений физическую сторону явлений и критически анализирует те или другие предпосылки рассматриваемых моделей физических явлений в твердых телах. Вместе с тем нельзя сказать, чтобы книга была написана совсем легко. В ней очень часто встречается много весьма тонких рассуждений, которые, правда, устраняют необходимость проведения утомительных выкладок, но которые для полного выяснения требуют от читателя достаточного умения самостоятельно разбираться в рассматриваемых вопросах. Зато потом читатель получает гораздо более глубокое освещение многих, известных ему ранее, вещей.

Круг рассмотренных в книге проблем весьма широк. В ней рассмотрены вопросы физики неметаллических кристаллов, включая очень интересно сформулированный вопрос об устойчивости решеток, типы связи в твердых телах. Очень подробно проанализированы явления переноса в металлах, магнитные свойства металлов, оптические свойства металлов, диэлектриков и полупроводников. В заключение дается очерк современного состояния теории сверхпроводимости. Остановимся теперь вкратце на содержании отдельных глав.

Глава 1. Кристаллические решетки. Общая теория. В этой главе излагаются основы общей теории твердых тел, т. е. кристаллических решеток (аморфные тела исключаются из рассмотрения). После краткого обзора простейших структур автор обращается к динамической задаче. Он подробно анализирует адиабатическое приближение и указывает пределы его применимости. Говоря о типах связи в твердых телах, автор рассматривает кратко электростатические силы, силы Ван-дер-Ваальса, гомеополарную связь, перекрытие, металлическую связь. Подробней металлическая связь рассматривается в главе 5, но уже здесь автор очень ясно поясняет, каким образом движение электронов в металлах приводит к специфическим особенностям металлической связи, в результате которых стабильные решетки металлов оказываются иногда довольно сложными. Остальные параграфы этой главы посвящены классической и квантовой теории колебаний решеток. Несмотря на небольшой объем этого раздела (эти параграфы занимают всего 16 страниц), дано исчерпывающее изложение вопроса.

Глава 2. Кристаллические решетки. Применения теории. В этой главе даются простейшие применения развитой ранее общей теории колебаний решеток. Рассмотрены теплоемкость, влияние ангармонического члена на температурное расширение и теплоемкость, уравнение Больцмана, теплопроводность. Особенно интересно освещены в этой главе последние два вопроса — уравнение Больцмана и теплопро-

Далее автор переходит к рассмотрению рассеяния электронов на колебаниях решетки. Здесь также выясняется необходимость введения упомянутых выше двух предположений. Анализируя вероятности переходов, вызванные колебаниями решетки, автор показывает, что здесь также имеют место процессы переброса, т. е. процессы, в которых суммарный квазиимпульс электронов и фононов не сохраняется. Особенно оказывается это важным при низких температурах. Оказывается, что при низких температурах столкновения без перебросов не могут привести к конечному сопротивлению металла. Учет процессов переброса приводит к конечному сопротивлению, но получающаяся при этом температурная зависимость сопротивления резко расходится с наблюдаемой на опыте. Интересно отметить, что наблюдаемая на опыте температурная зависимость сопротивления при низких температурах была получена Блохом, в теории которого вместо колебаний кристаллической решетки рассматривались колебания в непрерывной изотропной среде. При этом процессы переброса отсутствуют и упомянутой трудности не возникает. Поэтому проф. Пайерлс рассмотрел также подробно влияние соударений между электронами на сопротивление, чем обычно в кинетической теории пренебрегают. Однако выяснилось, что на этом пути проблема не получает решения и, таким образом, вопрос о температурной зависимости электропроводности металлов при низких температурах остается с теоретической точки зрения неясным. Подчеркнем, что при высоких температурах такой трудности нет, так как в этом случае учет процессов переброса не приводит к аномальной температурной зависимости электропроводности.

В заключение главы анализируются пределы применимости сделанных допущений. В частности показывается, что условие $\tau > \frac{\hbar}{kT}$ для металлов выполняется очень плохо. Однако автор не считает правильным на основании этого делать вывод о том, что вся теория явлений переноса стоит на очень шатком фундаменте. Автор ссылается на соображения акад. Ландау, приводящие к выводу о том, что упомянутое ограничение должно быть заменено другим, а именно $\tau > \frac{\hbar}{\mu}$, где μ — химический потенциал электронного газа. Так как в металлах $\mu \gg kT$, то последнее условие оказывается уже выполненным. Тем не менее соображения, приводящие к последнему критерию, являются в значительной мере качественными, и вопрос в целом остается все же невыясненным. Создается впечатление, учитывая еще трудности с процессами переброса, что общепринятые методы кинетической теории неприменимы к металлам (то, что они неприменимы к полупроводникам, — не вызывает никаких сомнений). Однако это является мнением рецензента. Автор такого вывода не делает.

Глава 7. Магнитные свойства металлов. В этой главе рассматриваются как вопросы равновесия электронов в магнитном поле (парамагнетизм, диамагнетизм), так и вопросы кинетики (эффект Холла, сопротивление в магнитном поле). При рассмотрении диамагнетизма свободных электронов автор не ограничивается вычислением только стационарной восприимчивости, но, изрядно используя формулу суммирования Пуассона, весьма просто получает также осцилляции восприимчивости (эффект Ван-Альфвена-де-Гааза).

Глава 8. Ферромагнетизм. В этой главе коротко рассмотрены результаты современной теории ферромагнетизма. После краткого обсуждения модели Вейсса излагается элементарным и ясным образом теория спиновых волн — сначала в одномерном случае, затем в трехмерном. Отмечаются трудности теории спиновых волн и противоречие между предсказаниями теории спиновых волн для теплоемкости ферромагнетиков и результатами эксперимента. Поэтому автор рассматривает также ферромагнетизм с точки зрения модели коллективизированных электронов, исследованной Блохом, Стонером и другими. Далее автор кратко рассматривает рассеяние нейтронов в ферромагнетиках и показывает, какие сведения о структуре доменов может дать изучение рассеяния нейтронов. В заключение кратко рассмотрены вопросы о кривых намагничивания и антиферромагнетизм. Разъясняется важность учета так называемого косвенного обмена для правильного объяснения антиферромагнетизма.

Глава 9. Взаимодействие света с электронами в твердых телах. В этой главе автор вновь возвращается к оптическим явлениям в твердых телах, но в отличие от главы 3-й здесь исследуются процессы, связанные с оптическими переходами электронов. Вначале излагается классическая теория, справедливая при не слишком больших частотах. Далее рассматриваются переходы между энергетическими зонами и в связи с этим обсуждаются работы Скиннера по спектрам испускания мягких рентгеновых лучей, позволяющие получить картину распределения энергетических уровней в зоне. Качественно рассмотрен фотоэффект, разобран вопрос об объемном и о поверхностном эффектах. Очень интересно написан параграф о взаимодействии света с непроводящими кристаллами, где, в частности, нарисована картина экситонного механизма поглощения света.

Глава 10. Полупроводники и люминесценция. В главе о полупроводниках рассмотрены следующие вопросы: что такое полупроводники, вычисление числа носителей тока, электропроводность и эффект Холла в полупроводниках, пространственный заряд и выпрямляющие контакты, поведение неравновесных электронов и механизм люминесценции. Хотя все эти вопросы изложены в свойственной проф. Пайерлсу исключительно ясной форме, здесь, однако, отсутствует тот глубокий анализ физических предпосылок и трудностей теории, которыми были насыщены главы, посвященные металлам.

Последняя глава, 11, посвящена сверхпроводимости. После сжатого, но ясного обзора основных экспериментальных фактов излагаются основы теории Фрелиха — Бардина, анализируется действие магнитного поля. В заключение автор дает критику существующей теории сверхпроводимости, отмечает имеющиеся в ней трудности, но вместе с тем считает, что теория Фрелиха — Бардина обладает многими обнадеживающими чертами.

Мы думаем, что приведенный обзор содержания книги дает ясное представление о богатстве ее содержания и высоком уровне обсуждения затронутых в ней вопросов. Несомненно, эта книга с интересом будет изучена всеми, кто интересуется современной квантовой теорией твердого тела. Всякий, кто будет изучать эту книгу, несомненно, прочтет ее с пользой для себя.

А. Самойлович
