

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКБИБЛИОГРАФИЯ

К. И. Крылов, Физические основы электровакуумной техники, ГЭИ., Ленинград—Москва, 1949 г., 336 стр., цена 14 р.

Рецензируемая книга представляет собой переработку курса лекций, читаемых в Ленинградском электротехническом институте им. В. И. Ленина, и предназначена в качестве учебного пособия для студентов электротехнических вузов. Это—первая попытка создания специального физического курса для инженера электровакуумщика. В этом—большая заслуга автора.

Книга содержит два больших раздела:

1) Кинетическая теория газов; 2) электронные явления. Физика газового разряда в книгу не вошла, хотя, как указывает сам автор (стр. 5), в курсе физических основ электровакуумной техники соответствующий раздел имеется. Очевидно, вместе с газовым разрядом выпала теория строения атома, что, как видно будет ниже, привело к серьёзным методическим трудностям.

Изложению кинетической теории предпослано краткое введение, содержащее сведения из теории вероятностей. Это разумно, ибо во втузовском курсе математики теория вероятностей отсутствует. Нам кажется только, что можно было дать гораздо более простой и грубый вывод формулы Стирлинга. Автор правильно начинает кинетическую теорию с изложения идей Ломоносова, но следовало дать не только выводы Ломоносова, а и его аргументы. Ломоносов очень остро сопоставил внешне противоречивые свойства газов и полагал, что единственным способом разрешить это противоречие является введение кинетических представлений. Аргументация Ломоносова сохранила свежесть и доходчивость и в наши дни.

Вводя функции распределения, автор не подчеркнул общие особенности статистического метода рассмотрения, но сам вывод функций распределения построил методически правильно. Вряд ли имело смысл вводить теорему вириала только для вывода уравнения идеальных газов (стр. 35), тем более, что в дальнейшем вопрос о соотношении средней по времени и средней по совокупности нигде не затрагивается. При обсуждении максвелловского распределения рассмотрен только трёхмерный случай, хотя как раз в электровакуумной технике очень важна и одномерная задача. Имеется излишнее увлечение элементарными, но громоздкими выкладками (например, подсчёт числа соударений, стр. 56—62). Здесь скромные физические результаты не окупают длинных и мало содержательных вычислений. Все эти «строгие» вычисления далеко не строги в своих основах и поэтому имеют мало смысла. Вопрос о распределении длин свободных пробегов можно изложить проще, воспользовавшись теоремой умножения

вероятностей (приведённой в книге). Зато при рассмотрении явлений переноса следовало подчеркнуть роль экспоненциального характера этой функции распределения (так же, как и возможность интеграции до бесконечности в формуле 178, стр. 74). Вообще явления переноса описано достаточно места, но недостатки теории диффузии отмечены слишком мягко (например, грубость формулы 269). В таблице 9 на стр. 99 почему-то два раза приведены данные для смеси водород—кислород и притом резко отличающиеся. обстоятельно разобраны важные для вакуумщиков вопросы протекания по трубам и истечение из отверстия. Классическая статистика завершается рассмотрением явлений адсорбции газов на поверхности твёрдого тела, после чего дана статистика Ферми. Статистика Ферми введена очень формально и абстрактно (например, вопрос о величине фазовой ячейки, вопрос о неразличимости частиц), что безусловно будет мешать усвоению её студентами. Здесь опять надо было меньше выкладок (всё равно не доведённых до конца) и больше физики.

Наконец, сделаем несколько общих замечаний об изложении кинетической теории в целом. Большим недостатком следует считать отсутствие всякого упоминания о распределении в поле сил, очень важного для электровакуумной техники. Это тем более странно, что максвелловское распределение по сути получено как частный случай общего распределения (формула 65, стр. 40). Также дефектом является почти полное отсутствие связи с термодинамикой. (Связь энтропии с вероятностью дана мимоходом, в виде подстрочного примечания на стр. 137 уже в статистике Ферми!) В советском учебнике не уместен узко утилитарный подход. За счёт сокращения выкладок можно было больше внимания уделить идейной стороне дела. Не следует думать, что инженеру это не нужно. Воспитание мировоззрения — задача не менее важная, чем сообщение определённой суммы формальных знаний.

Вторая часть книги имеет, пожалуй, менее формальный и более физический характер, хотя и здесь есть лишние выкладки. Начинается вторая часть с электронной оптики. Здесь почему-то не упомянуты известные работы Богуславского. Изложение основ электронной оптики обычное, но несколько громоздкое. Вряд ли нужно было вводить объёмный заряд при выводе основного уравнения (103) (стр. 175), после чего оно перестало быть однородным по отношению к V (вопреки утверждению на стр. 176). Уравнение (131) следовало написать сразу из закона сохранения энергии, указав, что сила Лоренца вообще не может изменить энергию электрона (дав простое объяснение). Текст страницы 185 создаёт впечатление, что аксиально-симметричное поле имеет в этом смысле какие-то особые свойства. При анализе фокусирующего действия полей надо было подчеркнуть возрастание возвращающей на ось силы при увеличении угла наклона траектории электрона. Тогда всё изложение сразу приобрело бы «кровь и плоть» и перестало бы быть формальным.

Несколько страниц в книге уделено изложению элементов теории ускорителей. Здесь удивляет отсутствие хотя бы краткого изложения важных работ Векслера. Это тем более странно, что автор в предисловии упоминает о работе Векслера, а в тексте перечисляет другие советские работы по ускорителям (в частности, и свою собственную). Вместе с тем изложение конца § 36, посвящённого циклотрону, оказывается незавершённым, без указания на выход, найденный Векслером для расширений возможностей ускорителей.

Неправильно, что зависимость массы от скорости представлена в книге не как экспериментальный факт, а только как следствие теории относительности (см. стр. 153).

После электронной оптики идёт большой параграф, посвящённый волновым свойствам электрона. Этот параграф не вполне удачен. Нельзя было без всяких пояснений написать преобразования Лоренца и тут же применить их для получения основных волномеханических соотношений. Либо надо было разъяснить смысл лоренцовских преобразований (что, конечно, сложно), либо обойтись без них. Отсутствие в книге вопросов строения атома, конечно, затруднит усвоение волномеханических представлений.

Теория термоионной эмиссии изложена ясно и обстоятельно, причём рассмотрены все вопросы, связанные с ролью пространственного заряда и начальных скоростей. Нам кажется, что причина появления двойного слоя на границе металла сформулирована не совсем обычно и точно (поляризация атомов, стр. 224).

На стр. 239 — 240 имеется разнობой в оценках прозрачности потенциального барьера (0,93 и 0,5).

Автор правильно уделил внимание работе катода в импульсном режиме, но вряд ли стоило приводить здесь все выкладки. Вопросы автоэлектронной эмиссии освещены достаточно полно и ясно, но дробовой эффект изложен слишком лаконично.

Также кратко, но уже в исторической последовательности, рассмотрен фотоэффект, и при этом показана важная роль отечественных учёных в развитии учения о фотоэффекте.

Изложение теоретических работ по фотоэффекту в общем удачное, но вряд ли имело смысл приводить теорию Кемпбела и Фаулера, не получившую общего признания. Много места уделено вторичной эмиссии, что вполне правильно. Вторичная эмиссия играет большую роль в электровакуумных приборах (как положительную, так и отрицательную).

В конце книги дана краткая библиография, не очень тщательно подобранная. Например, в неё включены заведомо слишком трудные книги Гиббса и Паули и не включена такая важная книга как «Механика сплошных сред» Ландау и Лифшица.

Как видно из всего сказанного, книга К. И. Крылова не лишена серьёзных недостатков. В ней недостаточно уделено внимания воспитанию физического мировоззрения студента и не всегда найдены нужные пропорции в изложении материала. Впрочем, последнее связано с новизной задачи. К. И. Крылову безусловно принадлежит почин в очень важном деле и книга, даже с указанными недостатками, принесёт пользу.

В. Фабрикант

В. И. Павлов, Курс физики, том I (Механика. Молекулярная физика), Гостехиздат, 1949 г., стр. 447, рис. 160.

Уже много лет педагогическая общественность выражает недовольство положением с учебниками по курсу физики для высшей школы. Существующие учебники страдают значительными недостатками, кроме того они не удовлетворяют требованиям различных категорий студентов. Книжному рынку необходимы по крайней мере три типа учебников физики: университетский, для технических вузов со средней по объёму программой и для вузов с малой программой по физике. Для вузов с малой программой существующие учебники слишком велики; для технических вузов со средней программой предназначено большинство выпущенных в свет книг: учебники Путилова, Арцыбашева. К этой же категории относится и рецензируемый курс. Какой бы критике ни подвергались существующие

учебники, они всё-таки имеются. Ясно, насколько важнее создание отсутствующих учебников, чем дублирование существующих.

Это дублирование имело бы полный смысл в том случае, если бы курс физики Павлова обладал принципиальными особенностями, отличающими его от упомянутых выше учебников. Рецензируемый курс обладает рядом особенностей, на которых мы остановимся ниже, но они не имеют принципиального характера. Поэтому прежде всего приходится с сожалением отметить, что выход в свет книги Павлова существенным образом не меняет положения дела с учебниками физики для высшей школы.

Переходим к рассмотрению отдельных глав курса физики Павлова. В первых пяти параграфах I главы — основы механики — вполне отчетливо объясняются понятия скорости и ускорения. Неудовлетворительно излагается центральный пункт этой главы — законы Ньютона. Не станем спорить с автором о целесообразности изложения законов механики, а не одного закона механики $F = ma$, следствием которого является закон инерции, хотя нам и кажется, что не стоит называть законами следствия из законов. Автор вводит понятие количества движения перед тем, как формулирует основной закон механики, не давая определения массы. Жаль, что стр. 44—45, где речь идет об одном из основных законов природы, изложены столь невнятно.

Вместо разъяснения опытной сущности закона динамики автор на стр. 46—48 занимается излишними вычислениями, цель которых записать закон динамики в интегральной форме (формула 25). Статьи говоря, полученную в результате таких вычислений среднюю силу не стоит называть фиктивной.

Равенство сил действия и противодействия разобрано подробно и достаточно ясно на классическом примере телеги и лошади (стр. 49 и 50). Следующий § 8, в котором автору понадобилось неизвестно зачем применять интегрирование закона динамики, оставляет чувство неудовлетворенности. Интегралы следует удалить, а опытных примеров, иллюстрирующих закон сохранения количества движения, надо привести много. Смысл этого, опять-таки важнейшего, вопроса динамики не будет усвоен читателем из § 8.

Понятие инерциальной системы координат дается автором в § 9 слишком уж походя. Кориолисовой силе отведено буквально две строки. Очень кратко изложен вопрос о вращении тел, закон сохранения момента количества движения дан также в нескольких строках.

Как мы упоминали выше, автор пользуется вычислениями с интегралами и производными там, где это излишне. § 14 являет нам обратный пример. Здесь автор выводит уравнение кинетической энергии так, как это делается в школе, с помощью формул равномерно-ускоренного движения. Вот здесь-то вполне уместно проинтегрировать закон динамики.

В §§ 14—15 значительно подробнее, чем в других аналогичных курсах, обсуждается понятие потенциальной энергии. На двух страницах рассматривается кривая взаимодействия частиц. Дано понятие потенциальной ямы и т. д. Изложение ясное и доступное — эти параграфы надо отнести к удачным.

В параграфах, посвященных колебаниям, имеется излишнее увлечение вычислениями (например, стр. 99), физическая же сторона явления изложена бегло.

Часть I, состоящая таким образом из единственной главы, заканчивается кратким изложением основ гидродинамики и аэродинамики.

Часть II — молекулярная физика — состоит из 9 глав. Удачна первая глава этой части, посвященная общему обзору молекулярно-кинетической теории строения вещества. Укажем лишь на некоторые

легко исправимые ошибки. На стр. 133 говорится о беспорядочных колебаниях молекул твёрдого тела. На стр. 136 неверно объясняется тепловое расширение; следовало бы в нескольких строчках рассказать об ангармоничности колебаний и дать правильное объяснение этому эффекту (об этом лишь в двух строках сказано в гл. IX). Нельзя говорить о кристаллической решётке, как о неподвижной структуре. В § 4 курсивом выделено определение: «количество тепла в теле есть запас кинетической и потенциальной энергии его молекул». Это же определение повторено на стр. 146 (а также и далее в нескольких частных случаях, например, стр. 235). В то же время на стр. 167 сказано: «внутренняя энергия тела определяет сумму кинетической и потенциальной энергии молекул». Зачем же нужен второй устаревший термин для понятия, имеющего общепринятое название внутренней энергии. Этот термин тем более излишен, что может быть спутан читателем с термином количества тепла, сообщённого телу. Ведь в этом и только в этом смысле мы пользуемся термином тепло в термодинамике.

Глава II посвящена основам термодинамики. Так и надо было её называть. На стр. 169 сказано, что в термодинамике до к а з а н о е т с я..., что $\frac{dQ}{T}$ является полным дифференциалом для необратимого процесса. Что же тогда представляет собой второе начало термодинамики? Эти страницы книги также не удалась автору. Физическая сторона дела осталась вне его внимания. Сущность второго начала читателем не будет усвоена.

Глава III — газовые законы — излишня; она целиком, и на том же уровне, повторяет материал средней школы.

В двух больших главах рассматривается сущность и приложения кинетической теории газов. Здесь имеется целый ряд удачных мест. К ним надо отнести общую характеристику теории, описание опытов, обильное число хороших цифровых примеров, иллюстрирующих основные понятия теории. К недостаткам относится увлечение алгебраическими вычислениями, как правило громоздкими, формальными и излишне «строгими» (например стр. 191—192). Также громоздки и некоторые «строгие» рассуждения (стр. 208, 224).

На стр. 228 автор желает ознакомить читателя с основами квантовой теории. Сделать это надо было иначе, чем это сделано в книге. Надо было привести те факты, которые нуждались в объяснении и указать, что единственная возможность в понимании этих фактов заключается в принятии таких-то гипотез. Фразы же, подобные следующей: «Планк показал, что вибраторы обладают количеством энергии, кратным ϵ » — не создают у читателя правильного представления о методах теоретической физики.

Излишними, как нам кажется, являются стр. 234—235, на которых автор пытается дать наглядную картину изотермического и адиабатического процессов. Отчётливое понимание термодинамической стороны этих процессов вполне достаточно для студента, получившего правильное представление об основах кинетической теории газов. Обычный материал, касающийся этих процессов (уравнение Пуассона, формулы работ, цикл Карно), попал в эту главу, в то время как этот материал, разумеется, должен был фигурировать в главе II.

Очень подробно автор излагает поведение реального газа. Детально описаны экспериментальные факты, даны графики и таблицы. Много внимания уделено уравнению Ван-дер-Ваальса. Пожалуй, что излишне «строгие» рассуждения, при помощи которых обосновывается это уравнение (стр. 286 и следующие). У читателя создаётся впечат-

ление о строгой справедливости этого уравнения. Нигде не сказано, что предложено около 80 различных уравнений состояния для разных газов и что не удаётся (и это не случайно, а вполне естественно) выразить свойства всех реальных газов одним уравнением. Нам кажется, что не стоит давать наивного молекулярно-кинетического рассмотрения — «вывод» уравнения состояния. Напротив, надо было подчеркнуть, что своеобразие молекулярных полей, разный вид потенциальной энергии взаимодействия молекул реальных газов в принципе не разрешает построения универсального уравнения. Поэтому стоило бы сократить § 4, который носит название «Исследования уравнения Ван-дер-Ваальса алгебраическое, графическое и физическое». Понятие критической точки правильнее вводить, как экспериментальное понятие, а не как следствие алгебраического рассмотрения уравнения. Вообще во всей этой главе видно более серьёзное, чем это следует из опыта, отношение автора к уравнению Ван-дер-Ваальса (сравни, например, стр. 296).

Незачем также рассматривать в следующем, нужном, § 5 («сравнение уравнения с опытом») методы «спасения» уравнения Ван-дер-Ваальса путём увеличения числа произвольных постоянных. Следовало бы подчеркнуть, что при большом числе произвольных постоянных всегда возможна «подгонка» теории к опыту и что, следовательно, такие теории обладают малой ценностью.

В главе VII — свойства жидкостей — даны опытные сведения о сжимаемости, тепловом расширении, теплоёмкости, теплопроводности и вязкости жидкостей. Хорошо написан параграф о поверхностном натяжении. Однако излишней громоздкостью страдает вывод формулы дополнительного давления на изогнутой поверхности. Совершенно достаточно дать в двух строчках вывод для сферы и без доказательства обобщить его на случай любой поверхности. Основы кинетической теории жидкостей должны излагаться в курсе физики согласно новой программе; однако достаточно было бы ограничиться качественной стороной вопроса. Весьма полезен § 6 — адсорбция, тонкие плёнки и пр. Сжато и понятно написан и последний параграф, посвящённый растворам.

Несколько небольших замечаний. Неоднократно автор говорит: такая-то величина «выражается одной — двумя значущими цифрами», желая сказать единицами или десятками. На стр. 329 сказано, что теоретическое вычисление теплоёмкости невозможно из-за отсутствия определённых сведений о характере теплового движения молекул; следовало бы сказать — из-за сложности математической формулировки задачи. Аномалии воды (стр. 324) объясняются по автору «переменным составом её молекул». Имеется в виду ассоциация молекул, которая, кстати говоря, несколько неудачно объяснена на стр. 320. Там же сказано, что свойства жидкостей почти не меняются с температурой.

Свежо написана гл. VIII — взаимные переходы жидкого и газообразного состояний. Непонятно только, почему отсутствует материал по другим фазовым превращениям. Он изложен лишь в следующей главе, между прочим, и на одной странице.

По сравнению с реальными газами и жидкостями, твёрдым телам (гл. IX и последняя) уделено мало места. После общего введения достаточно хорошо дано понятие кристаллической решётки. Вполне подробно, но несколько односторонне рассмотрен процесс кристаллизации. Не изложены вопросы строения кристаллов и слишком бегло и скомкано описаны свойства твёрдых тел. Материал теории упругости надо перенести в механику — он совершенно не связан с остальным содержанием гл. IX.

Из отдельных промахов этой главы отметим следующее. Нельзя применять термин кристаллическая система к кристаллическим классам. Систем имеется семь, а классов 32. Сказать о Е. С. Фёдорове, что им было развито учение о симметрии кристалла — это очень мало. Е. С. Фёдоров — создатель современной кристаллографии. Это обстоятельство следовало показать.

Из проведённого рассмотрения курса физики Павлова видно, что по своему характеру, по подробности изложения, объёму материала, методике изложения он соответствует требованиям, которые надо предъявлять к учебнику для высших учебных заведений со средней программой по физике. Как справедливо указывает автор в предисловии, несколько подробнее, чем обычно, изложены физико-химические вопросы. Поэтому курс Павлова будет весьма удобен для химико-технологических вузов.

При внесении ряда исправлений и довольно значительной переработке, в особенности главы, посвящённой механике, рецензируемая книга сможет стать полезным пособием и учебником для ряда вузов. Ещё раз подчеркнём, что, к сожалению, выходом этого курса в свет ещё далеко не исчерпываются разнообразные потребности в учебной физической литературе.

А. Китайгородский
