

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

БИБЛИОГРАФИЯ

Курс физики, под редакцией акад. Н. Д. Папалекси, т. I. Механика. Акустика. Теплота и молекулярная физика. Гос. изд-во техн.-теорет. лит-ры, 1948, стр. 600, рис. 418 с указателем.

Вслед за вторым томом курса, рецензия на которой помещена в июньском номере этого журнала*), вышел в свет и первый том. Ознакомление с ним позволяет нам обобщить суждение, вынесенное по поводу второго тома, на всю книгу. Рецензируемый «Курс физики» представляет собой изложение физики, интересное в ряде глав, полезное для некоторой категории читателей (педагоги, студенты старших курсов), но ни в какой степени не могущее претендовать на роль учебного пособия при прохождении общего курса физики студентами младших семестров. Так же как и во втором томе, ряд специфических недостатков, как-то: неоднородность изложения, излишние повторения и пр., возникает из-за коллективного авторства. Часть этих недостатков будет указана ниже; здесь же рецензент может лишь отметить свое несогласие с авторами, которые указывают в предисловии, что неоднородность изложения является неизбежным следствием коллективного авторства, а коллективное авторство является необходимым условием написания наилучшего учебника. Думается, и коллектив авторов, и один автор могут справиться с задачей написания хорошего учебника; неоднородность же изложения не позволяет дать учебнику такую оценку.

В предисловии авторы указывают, что они желают считаться с незнанием студентами высшей математики на первом семестре обучения. Для этой цели они собираются вводить необходимые математические понятия попутно с изложением механики. Как же это выглядит на страницах основного текста? Действительно, на стр. 31 вводится понятие производной, на стр. 32 даже выводится (в виде примера) производная от квадрата, вторая производная вводится на стр. 33, а интеграл на стр. 37, на стр. 43 мы уже дифференцируем сложные функции, а дифференциальные уравнения начинаем решать на стр. 64. Я уже не говорю о том, что все векторные понятия, включая векторное произведение, также объяснены «попутно» с изложением физического материала на первых 60 страницах. Итак, всего лишь 2—3 лекции (больше никогда не отводятся на изложение физического материала этих страниц) — и вся математика изложена. Далее можно полностью пользоваться дифференциальным и интегральным исчислением, решать дифференциальные уравнения, пользоваться векторной алгеброй, как это и делает Н. Н. Андреев в первой части курса — Механике.

Я не представляю себе, чтобы авторы серьезно полагали, что такой темп и стиль изложения возможны. Если бы это было так, то курс высшей математики во вузах стал бы излишним. Хорошо известно, как постепенно укладывается в голове учащегося мышление «функциями» вместо мышления «алгебраическими числами». Это серьезный и значительный переход, который совершается не за один день, а по крайней мере за один семестр. Если лек-

*) А. И. Китайгородский, УФН, 35, 282 (1948).

ции по физике начались одновременно с лекциями по математике, то единственное усложнение в математическом изложении, которое может себе позволить лектор физической механики, читаемой на первом курсе, это написание формул в конечных разностях и пользование дифференциальным исчислением лишь в одном случае — при вычислении формул скорости и ускорения в колебательном движении — и то лишь при условии, что в курсе математики эти формулы уже были выведены. Таково мнение рецензента, и он полагает, что все лекторы физики на первом курсе согласятся с ним.

Возникает, далее, вопрос, нужно ли сильно «пропитанное» математикой изложение механики и к чему оно привело автора этой части курса Н. Н. Андреева. Нам кажется, что в большинстве случаев математизация механики привела лишь к тому, что эта часть курса стала очень походить на курс «теоретической механики», читаемый во всех вузах, и в то же время из неё выпали все элементы так называемой физической механики, цель которой — на очень большом числе примеров, последовательным, логическим изложением показать студенту взаимосвязь между механическими понятиями и механическими явлениями. Как сухо, например, начинается изложение главы 6 — Механика твёрдого тела: определение понятия, теорема... ещё одна теорема и далее в том же духе. Или на стр. 125: формальное определение момента силы, затем момента количества движения, затем преобразование (только математическое, никаких примечаний, кроме математических, нет) закона Ньютона, из которого выводится основной закон вращения для точки. Мы не находим на этих страницах ни описания экспериментов, ни анализа этих двух новых понятий, ни указания на причины, которые сделали целесообразным их введение, ни аналогий, ни физических примеров. В подавляющем большинстве случаев, по нашему убеждению, эта видимая математическая строгость совершенно не нужна, а в большинстве случаев она вредна в этом курсе, мешая студенту вдуматься в опытное соотношение тех или иных понятий.

Почти во всех главах мы находим стремление к ненужной общности и увлечение формальной стороной дела. Например, глава, посвящённая относительно движению, может быть разбита на две равные части — в первой строго доказывается правило векторного сложения скоростей и ускорений, а во второй рассматриваются силы инерции; вряд ли это правильное распределение материала по объёму. Указанное преувеличенно строгое изложение не гарантировало автора от логических проскоков. Так, например, на стр. 130 доказывается, что изменение кинетической энергии изолированной системы не зависит от выбора системы координат... И сразу, далее, «несколько иначе обстоит дело, если система не изолирована. Но в этом случае можно доказать теорему — кинетическая энергия системы есть сумма... и т. д.». Почему доказываемая ниже теорема должна иметь значение для случая неизолзированной системы, остаётся неясным. Такого рода мест можно было бы указать несколько.

Стремление к максимальной строгости не предоохранило автора и от ошибок. Например, на стр. 50 мы с изумлением прочли, что в случае неплоского движения к тангенциальному и нормальному ускорению присоединяется ещё третья слагающая. Неясно, что имел в виду автор: как известно, ускорение всегда лежит в соприкасающейся плоскости и проекция его на бинормаль равна нулю.

Совершенно не понятно, каким образом была сделана грубая ошибка на стр. 97, где два раза повторяется, что неустойчивое равновесие соответствует наименьшей возможной потенциальной энергии. В ряде случаев можно найти несоответствие обозначений в тексте и на рисунке (стр. 45).

Как и следовало ожидать, увлечение формальной стороной дела и приближение физической механики к теоретической привели к исчезновению ясного и глубокого рассмотрения основных физических понятий. Понятия потенциальной энергии точки (стр. 94) и потенциальной энергии системы точек

(стр. 131) только определяются; нет примеров, которые показали бы читателю, что такое потенциальная яма, что такое потенциальный барьер. Пользуясь производной, можно было бы обсудить такую фундаментальную формулу, как равенство силы — производной потенциальной энергии. Этой формулы, однако, нет. Аксиоматика механики изложена бегло. Закон сохранения энергии для системы не проиллюстрирован ни одним примером, и всё его изложение занимает полстраницы. Можно, правда, представить себе категорию читателей, которым будет полезно прочесть механику Н. Н. Андреева, — это лица, порядочно знающие физику, но не знакомые с теоретической механикой. Видимо, это не те читатели, на которых рассчитывали авторы.

Переходя к рассмотрению следующей части книги — Акустики, — сразу же обратим внимание на отсутствие взаимосопрежения частей. В механике колебательное движение излагалось дважды (Кинематика, стр. 41, и Динамика, стр. 64). Теперь тот же материал излагается в третий раз в главе II под названием «Колебания и волны» (С. Н. Ржевкин). Выводятся и обсуждаются те же формулы, повторяются те же рассуждения... правда, авторы пользуются разными обозначениями. Ещё важнее то, что С. Н. Ржевкин ведёт изложение, не пользуясь высшей математикой. Следует признать, таким образом, некоторую нелогичность авторов в использовании математических средств. Если на стр. 252 курса (т. е. к концу семестра) можно обойтись без производных, то вряд ли стоило пользоваться ими на 40-й стр. для изложения того же самого материала.

Акустика изложена значительно проще и «физичнее» механики. Следует только пожалеть, что она расширилась по сравнению с соответствующей главой (написанной тем же автором) в последнем издании курса физики Михельсона. Пожалуй, что единственные добавления, которые, с нашей точки зрения, заслуживают приветствия, это — ультразвуковые фотографии и соответствующий текст, а также последние параграфы. Теоретические добавления, по нашему мнению, излишни. Однако в основном материал и стиль изложения остались прежними. Эта часть потеряла наименьшие изменения по сравнению со всеми остальными, если сравнивать настоящий курс с учебником Михельсона издания 1939 г.

Совершенно новой частью книги является «Молекулярная физика и термодинамика», написанные Г. С. Гореликом. Математический аппарат, которым пользуется автор, находится в соответствии со знаниями студента: следует помнить, что эта часть курса читается уже на втором семестре. Таким образом, замечания, сделанные нами в этом отношении по части механики, не имеют места для молекулярной физики и термодинамики.

В изложении термодинамики и молекулярной физики имеется много новинки, на которых следует остановиться. Весьма примечательная особенность, которую отмечает сам автор во введении к своей части, состоит в том, что, следуя Каратеодори и Т. А. Афанасьевой-Эренфест, он вводит теплоту как производное понятие, и она не фигурирует у него в формулировке первого принципа термодинамики.

В этом пункте мы не согласны с автором, и так как это новшество серьёзным образом изменяет характер изложения термодинамики, то мы хотим остановиться на нём подробней.

Автор даёт следующую формулировку первого начала термодинамики. «Для адиабатического перехода системы из определённого начального состояния в определённое конечное состояние всегда требуется одинаковая работа, независимо от того, как осуществляется адиабатический процесс» (стр. 396). Итак, если требуется опытным способом найти разность внутренней энергии между её значениями в двух разных состояниях, то для этого необходимо совершить адиабатический переход от первого состояния ко второму. Измерение же изменения внутренней энергии при произвольном процессе не имеет физического содержания. Если происходит такой процесс, то разность энергий не равна работе и «количеством теплоты, полученной

системой, называется сумма приращения внутренней энергии системы и произведённой ею работы» (стр. 423).

Как мы видим, автор считает необходимым избежать обычного способа определения тепла калориями. Эта мысль подчёркивается и на стр. 414, где сказано, что «числа, выражающие отношение калории к килограммметру, лишь по историческим причинам называют механическим эквивалентом» (курсив наш). Таким образом, калория — это только название некоторой удобной единицы энергии, и она находится к «килограммметру» в таком же отношении, как, скажем, эрг.

Следовательно, настойчиво подчёркивается, что самостоятельного, независимого способа измерения количество тепла не имеет. Если так, то таково же будет физическое содержание общей формулы первого начала $Q = V_2 - V_1 + A$? Что предсказывает нам первое начало, когда тело переходит любым способом из состояния (1) в состояние (2)? Как видим, ничего. Действительно, разность $V_2 - V_1$ измерена нами раз и навсегда для адиабатического перехода; поэтому единственное измерение, которое мы можем провести, это измерение работы, производимой системой при различных переходах от первого состояния ко второму. Так ли это? Действительно ли нет никакого экспериментального содержания в общей формулировке первого начала? Нам кажется, что это не так. Оставим определение автора для разности энергии $V_2 - V_1$ и, проводя различные переходы из состояния (1) в (2), мы можем проверить первое начало, измеряя количество тепла Q обычным способом, от которого отмахнулся автор. Мы не видим возражений, которые можно было бы сформулировать. Разумеется, при этом должен быть оговорен характер процесса, и путём сравнения должны быть заранее установлены теплоёмкости при разных температурах. Всё это, в принципе, может быть выполнено. У нас есть способ сравнивать между собой количество тепла, не прибегая к первому началу. Мы можем вложить поэтому в первое начало термодинамики такой экспериментальный смысл: когда система, общающаяся со средой, переходит из одного состояния во второе, то сумма $V_2 - V_1 + A$ не равна нулю; подсчитывая для разных переходов величину этой суммы, находим из опыта, что величины этой суммы будут связаны с характером нахождения среды, в которой находится система, а именно, сумма $V_2 - V_1 + A$ будет пропорциональна величине Q , рецепт измерения которой содержится в формуле $\Delta Q = m\Delta T$ коэффициент пропорциональности, найденный на опыте, будет универсальной постоянной.

Рецензенту вполне понятно, что стремление к новому способу изложения вызвано желанием уничтожить такие неверные термины, как тепловая энергия, и отойти от исторического изложения, дух которого был навеян теорией теплорода. Такие хорошие параграфы, как, например, §§ 16, 17, прекрасно служат этой цели. Однако нам кажется, что очень свежее, интересное изложение автора выиграло бы от, в общем, незначительной перестройки, в соответствии с которой количеству тепла были бы отданы его «права» — его независимый от закона сохранения энергии способ измерения.

Следует ещё вдобавок отметить, что описание физических фактов на новом языке становится столь громоздким, что автор даже не в состоянии сам держаться последовательно своей точки зрения. Пример тому стр. 427, на которой рассказывается, что в круговом процессе рабочее вещество получает теплоту и совершает работу. Если тепло при $\Delta V = 0$ по определению равно работе, то такой язык недопустим. Автор сознаёт это, так как в заголовке берёт слова «превращение теплоты в работу» в кавычки; в тексте кавычки опущены, и о круговых процессах рассказано ясно и понятно обычным языком.

Если не говорить об указанном недостатке, то часть, написанная Г. С. Гореликом, обладает высокими достоинствами. Чувствуется большой педагогический опыт и мастерство автора. Очень интересны параграфы о первом начале в механике, удачны, хотя, может быть, несколько нарочито

строги, §§ 7—10, посвящённые качественному определению температуры и температурным шкалам.

Следующая за первым началом термодинамики глава посвящена сведениям о теплопередаче. Разобраны простейшие в математическом отношении случаи выравнивания температур, периодические процессы. Очень хорош § 6 этой главы, где в общем виде и на четырёх чётких примерах даётся понятие о стационарной температуре при отсутствии теплового равновесия.

В гл. XV излагаются элементы молекулярной физики. В целом глава очень удачна и ясна. Хочется отметить, как особо удачные, параграфы о статистических законах распределения, об измерении числа Авогадро и о внутреннем трении.

Очень свежо и интересно изложен вопрос о фазовых равновесиях и превращениях (гл. XVI)

В изложении второго начала термодинамики автор отводит почти весь текст рассмотрению обратимых процессов. Это находится в связи с принятым определением второго начала термодинамики: «для обратимого перехода произвольной системы тел из определённого начального состояния в определённое конечное состояние требуется одинаковое приведённое количество тепла, независимое от того, по какому пути осуществляется обратимый переход» (стр. 574). Как видим, второе начало термодинамики, как это подчёркивает и автор во введении к своей части, это — принцип существования энтропии. Возрастанию энтропии уделены лишь три последние странички. Нам кажется, что в результате этого изложения материал распределён не в соответствии с физической значимостью проблем и что очень важная мысль осталась неподчёркнутой, — а именно, то, что второе начало есть закон, суммирующий факты, относящиеся к направленности физических процессов в природе. У автора физическое содержание главы, посвящённой второму началу, сведено к вопросу (правда, очень важному) о симметрии обратимых процессов. Следует отметить, что эта сторона дела прекрасно разъяснена в § 17 и следующих, показывающих, как, воспользовавшись вторым началом, можно вывести ряд существенных физических зависимостей.

Заканчивая рассмотрение всего курса физики под редакцией акад. Палалекси, следует ещё раз отметить, что в некоторых своих частях книга представляет несомненный интерес и найдёт себе читателя, но во всяком случае не среди студентов первых курсов технических вузов, на которых она была рассчитана. Для этого рецензируемая книга слишком сложна, а в ряде мест, кроме того, суха и абстрактна.

А. Китайгородский

Изложение раздела «Термодинамика и молекулярная физика» (автор — Г. С. Горелик) в «Курсе физики под ред. Н. Д. Палалекси» *) имеет, на мой взгляд, большой интерес; оно глубоко продумано как с научной, так и с педагогической стороны, в известном смысле является новостью в учебной литературе по физике (как советской, так и заграничной) и представляет собой большую удачу автора.

Основными дефектами обычного традиционного изложения термодинамики в курсах физики являются, с моей точки зрения, следующие:

1. Отсутствие ясности в физических определениях понятий температура (и её шкалы), термодинамического равновесия, количества теплоты. Засорённость изложения пережитками теплотородных представлений или такими

*) Ввиду новизны и своеобразия изложения в этом разделе мы печатаем наряду с рецензией А. И. Китайгородского также поступивший в редакцию отзыв М. А. Леонтовича. *Редакция.*

бессодержательными понятиями, как «тепловая энергия», и отсюда — отсутствие ясности в выяснении смысла принципов термодинамики *).

2. Противопоставление феноменологической термодинамики молекулярно-кинетическим представлениям или недостаточно ясное указание на их связь.

В изложении Г. С. Горелика оба эти дефекта преодолены. Как известно, вопросы о логически удовлетворительном определении основных термодинамических понятий и о формулировке принципов термодинамики в научной литературе обсуждались уже давно и нашли своё разрешение в ряде работ **).

Поскольку этот пересмотр, внеся ясность в логическую структуру термодинамики, коснулся только формы её изложения, он не дал для решения конкретных физических задач, в сущности, ничего нового. Тем не менее, ни в коем случае нельзя недооценивать принципиальную разъясняющую ценность этих работ. Ясно, что эта сторона дела особенно важна при преподавании этого отдела физики. К сожалению, однако, благодаря абстрактности и математической форме изложения эти работы до сих пор не оказали влияния на изложение термодинамики в элементарных учебниках физики.

Г. С. Горелику удалось, на мой взгляд, выделить физически важные идеи этих работ и, органически включив их в элементарное изложение термодинамики, дать логически стройное и ясное, но в то же время лишённое ненужного ригоризма, элементарное по форме и вполне доступное изложение этого отдела. Такое новое изложение этих вопросов — одно из главных достоинств этого раздела.

Особенно следует отметить изложение первого начала, вопроса о температуре и температурной шкале вообще и об абсолютной термодинамической шкале, в частности, ясное изложение второго начала с чётким разграничением того, к чему сводится входящий в него комплекс утверждений для обратимых и для необратимых процессов.

За изложением первого начала следует глава, посвящённая молекулярно-кинетическим представлениям. Здесь в ясной элементарной форме даны основные идеи статистической физики и кинетической теории (включая понятие о квантовой теории теплоемкости). Чрезвычайно интересна глава о фазовых превращениях. В частности, очень ясно и наглядно здесь разобран механизм кипения жидкости.

Изложение молекулярно-кинетических вопросов тесно связано с изложением термодинамических. Таким образом, автору в значительной степени удалось (см., например, § 3 гл. XV, §§ 5 и 6 гл. XVI) избежать указанного вначале второго недостатка, характерного для многих изложений этого отдела физики. Можно надеяться, что учащийся, проработавший эти вопросы по разбираемой книге, не будет склонен делать так часто встречающуюся ошибку и пытаться решать задачи, просто решаемые применением феноменологических законов, путём разбора молекулярного механизма (или, что реже встречается, делать обратную ошибку).

Следует сказать в связи с этим, что одним из требований, предъявляемых к хорошему изложению учебника вообще (а учебника для втуза, в особенности), является требование, чтобы материал давался настолько конкретно, чтобы на его основе учащийся мог решать хотя бы простейшие физи-

*) В этой связи следует упомянуть как иллюстрацию недавно появившуюся в «Вестнике Высшей школы» № 8, 1948 г., безграмотную статью проф. Наумова.

***) Н. Н. Шиллер, Отчёты и протоколы Физ. мат. общества. Киев, 1897, стр. 1—12; 1900, стр. 1—14. С. Caratheodory, Math. Ann. 67, 3, 355, 1909; Т. А. Афанасьева-Эренфест, Журн. Прикл. Физики, т. 5, 1928, вып. 3, стр. 3.

ческие и практические задачи. В данном случае это условие я считаю по наиболее существенным частям раздела (первое начало, второе начало для обратимых процессов, теплопередача, фазовые превращения) выполненным.

Стиль изложения автора ясный, наглядный; язык — лаконичный и точный. Чувствуется, что всё изложение прошло основательную проверку лекционного преподавания.

Следует пожелать этому разделу книги широкого распространения как среди учащихся, так и педагогов.

М. Леонтович