

БИБЛИОГРАФИЯ

53.(049.3)

ОБ ОБЩЕМ КУРСЕ ФИЗИКИ

Сивухин Д. В. Общий курс физики. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-матем. лит.-ры. — Механика. 2-е изд., испр., 1979, 520 с. Термодинамика и молекулярная физика. 2-е изд., испр., 1979, 552 с. Электричество, 1977, 688 с. Оптика, 1980, 752 с.

Вопрос о содержании и стиле изложения общего курса физики за последние десятилетия весьма усложнился. Прогресс физической науки стимулирует повышение теоретического уровня и усиление математического аппарата этого курса. Однако, так как объем курса задан довольно жестко, данный процесс происходит за счет ослабления внимания к другим очень важным сторонам обучения будущих физиков. Возникла реальная опасность формализации знаний. Не всегда правильно понимается соотношение между математическим аппаратом и физическим содержанием в физических курсах. На это счел нужным указать В. Л. Гинзбург в предисловии к сугубо специальному физическому курсу: «Общезвестен, в частности, тот факт, что большинство новых физических результатов было получено сравнительно простыми способами, а «математизация» осуществлялась лишь на последующих этапах. Во всяком случае, в теоретической физике главное все же физика, а не математика». Ясно, что эти слова в еще большей степени относятся к общему курсу физики. Нам кажется, что курс профессора МФТИ Д. В. Сивухина написан с учетом указанных обстоятельств. Это действительно курс физики в полном смысле слова. Автор — глубокий и тонкий знаток физики, представитель мандельштамовской научной школы — дает ясное представление о сочетании экспериментального и теоретического методов в физике. Демонстрируя мощь дедукции, автор не забывает о показе роли эксперимента в возникновении принципов, лежащих в основе теории. Также должное внимание уделено кратким, но весьма содержательным историческим экскурсам.

Настоящая рецензия посвящена четырем томам курса, пока вышедшим в свет (первый и второй том вышли уже вторым изданием). Пятый том, содержащий атомную и ядерную физику, завершит курс. В рецензируемых четырех томах много конкретных методических находок, облегчающих разъяснение трудных вопросов курса. Этот курс представляет большую ценность как необычайно ценное учебное пособие не только для студентов, но и для повышения квалификации преподавателей высшей и средней школы. Кроме того, книга послужит большим подспорьем для авторов учебников всех уровней трудности.

Автор четко формулирует основные особенности курса: «Главное внимание обращается на выяснение физического смысла и содержания основных положений и понятий физики. Много внимания уделяется установлению границ применимости физических законов, а также идеализированных моделей и схем, применяемых в физике» (т. I, с. 8). Надо подчеркнуть, что автор имел все основания для такой характеристики курса.

Так как большой объем курса делает нереальным детальный разбор его содержания, ограничимся отдельными замечаниями. Первый том (520 стр.) посвящен классической механике. Как известно, уже довольно давно изложение специальной теории относительности (СТО) перенесено в раздел механики общего курса физики. Автор не следует этой традиции. Он ограничивается сообщением ряда результатов СТО, необходимых для сопоставления с классической механикой. Вероятно, основанием служит то, что для логически последовательного изложения СТО приходится использовать материал из раздела «Оптика» (скорость света), который проходит значительно позднее, а это противоречило бы добротной манере изложения, выбранной автором. Ведь беглые замечания по поводу скорости света поневоле носили бы довольно поверхностный характер в данном месте курса. Однако, с другой стороны, перенос СТО ближе к началу курса имеет и ряд существенных преимуществ. В частности, появляется возможность использовать релятивистские представления в разделе «Электричество». В целом вопрос носит дискуссионный характер.

Представляется очень важным программное заявление в начале первого тома: «Одной математической строгости недостаточно для физики, как и для всякой другой опытной науки, имеющей дело с реальными объектами и явлениями природы. Всякое теоретическое исследование, даже выполненное математически строго, никогда не может считаться и физически строгим» (с. 24). Вместе с тем при характеристике математики как логически замкнутой системы, может быть, следовало бы учесть существование теоремы Гёделя.

Изложение динамики начинается с законов Ньютона в их первоначальном виде, а затем обсуждаются современные формулировки этих законов. Нам думается, что это правильно. Слишком большим событием в истории человеческой культуры было появление законов Ньютона. Надо, чтобы хоть раз в жизни будущие физики ознакомились с ними в первоначальном виде. Может быть, даже имело смысл привести фразу из предисловия к первому изданию «Начал»: «Вся трудность физики, как будет видно, и состоит в том, чтобы по явлениям движения распознать силы природы, а затем по этим силам изъяснить остальные явления» (Пер. А. Н. Крылова, 1915 г., с. 3). Эта фраза очень ясно устанавливает связь между прямой и обратной задачами механики и тем самым разъясняет смысл и значение второго закона Ньютона, вокруг формулировок которого споры продолжаются до сих пор.

Отметим, что в вопросе об определении массы отдается предпочтение способу, принятому в настоящее время в учебниках для средней школы (А. В. Перышкин и Н. А. Родина, под редакцией И. К. Кикоина — для 6—7 кл.; И. К. и А. К. Кикоин — для 8 кл.) и основанному на сопоставлении изменений скоростей двух взаимодействующих тел. Однако указывается на принципиальную допустимость иного подхода, использованного в учебниках С. Э. Хайкина и С. П. Стрелкова и основанного на сопоставлении ускорений тел под действием одинаковых сил. Весьма важно обсуждение границ применимости третьего закона Ньютона в связи с понятием поля. Совершенно справедливо подчеркивается возможность возникновения ошибочных представлений в связи с краткостью обычной формулировки связи между свойствами пространства и времени, с одной стороны, и законами сохранения — с другой (с. 199—200). Применение законов классической механики к отдельным конкретным проблемам изложено весьма ясно и четко с соблюдением принципов, сформулированных в начале книги. Изложению механики жидких и газообразных сред предпослана, по понятным причинам, глава, посвященная методам подобия и размерности. В целом первый том дает глубоко продуманную картину классической механики как раздела физики.

Второй том (552 стр.) — термодинамика и молекулярная физика. В предисловии к нему автор развивает свои методические установки: «Цель обучения физике заключается не в том, чтобы дать обучающемуся «все», а в том, чтобы научить его главному — уметь самостоятельно ставить и разрешать физические вопросы. В соответствии с этим разбор каждого вопроса, включенного в курс, ведется подробно, чтобы все принципиальное и существенное не прошло мимо внимания изучающего» (с. 7). Содержание второго тома (впрочем, и остальных томов) свидетельствует о том, что эти слова являются не просто декларацией, а реализованы на деле.

Вполне в современном стиле то, что автор не разделяет непроницаемой стеной термодинамику и молекулярную теорию, хотя и подчеркивает принципиальное различие в их методах. Весьма продуманно вводится понятие температуры: при этом подробно разъясняются понятия термодинамического равновесия и квазистатических процессов. Большой ясностью отличается изложение первого и второго начал термодинамики. При этом анализируются часто допускаемые ошибки в связи с использованием понятия энтропии. Молекулярно-кинетическая теория дана на двух уровнях — сначала на более простом, а затем на более сложном. Такой прием вполне педагогически оправдан. Отметим, что при рассмотрении давления газа использовано представление об абсолютно неупругих соударениях молекул со стенкой (вместо обычно фигурирующих упругих). Даны два вывода максвелловского распределения, каждый из которых имеет свои преимущества. Представляется очень важным, что должное внимание уделено при этом принципу детального равновесия, что, к сожалению, далеко не всегда делается. Понятны соображения, по которым в данный том включены квантовые статистики, но вряд ли можно рассчитывать на их глубокое усвоение в данном месте курса. Безусловного одобрения заслуживает акцентирование противоречивого характера теоремы о равномерном распределении энергии по степеням свободы (с. 227). К этому добавим весьма прозрачное изложение явлений переноса, фазовых равновесий и фазовых переходов с привлечением современного конкретного материала.

Третий том — электричество — имеет объем 688 страниц. Здесь опять-таки автор формулирует вначале некоторые методологические установки: «Принят индуктивный метод изложения. Основные понятия и принципы устанавливаются путем обобщения опытных фактов, имеющих ограниченную область применимости. Процесс обобщения идет непрерывно и целенаправленно на протяжении всего изложения, завершаясь в середине курса установлением системы уравнений Максвелла. Все последующее изложение строится с учетом этих уравнений». Хотя, вероятно, начало цитаты слишком категорично и несколько противоречит второй половине цитаты,

следует признать, что подход автора соответствует задачам общего курса физики. К сожалению, последнее время стала преобладать тенденция излишне усиливать дедуктивное начало и превращать этот раздел общего курса в несколько адаптированную теоретическую электродинамику, построенную аксиоматически на основе уравнений Максвелла. Однако это уместно в курсе теоретической физики, но не в общем курсе. Всею свое время.

Отметим также как положительную черту то, что автор гораздо шире применяет методы термодинамики в данном разделе курса, чем это обычно делается. Применение термодинамических методов не только продуктивно, но и служит усилению единства курса, что важно для формирования мировоззрения.

Невозможность провести разбор электрических и магнитных свойств вещества без использования квантовых представлений представляет очень серьезную трудность. Автор соблюдает в изложении этих вопросов разумную сдержанность, но, конечно, трудности остаются.

Довольно бурную реакцию, вероятно, вызовет у инженеров применение гауссовой системы единиц в качестве основной. Автор, как известно, является противником системы СИ, но сделал все необходимое, чтобы облегчить читателю переход к этой системе единиц.

В целом третий том по глубине и ясности изложения заслуживает весьма высокой оценки. Нам кажется только, что несколько уменьшена роль Ампера в становлении электродинамики и уж слишком кратко упомянуто о релятивистском подходе к электромагнитному полю. Как указывалось выше, это связано с расположением СТО в курсе.

Четвертый том — оптика — наиболее объемистый (752 стр., причем довольно много пети), посвящен в основном классической оптике. Здесь, в известной мере, сказан подъем интереса к классической оптике, вызванный возможностями получения когерентного света с помощью лазеров. Кроме того, оптика — это область научных интересов автора. Введение содержит краткий, но очень продуманный очерк эволюции представлений о природе света. Здесь же предельный переход от волновой оптики к геометрической и принцип Ферма.

Вторая глава — геометрическая оптика, которую часто теперь излагают гораздо позднее. Автор тоже оговаривает возможность изучения этой главы позднее. Интерференция излагается на вполне современном уровне с учетом развития учения о когерентности. Сюда же попал эффект Вавилова — Черенкова. Весьма обстоятельно разобрана дифракция. Кроме обычного рассмотрения, основанного на принципе Гюйгенса — Френеля, дан и метод Рэлея, редко фигурирующий в учебной литературе, но представляющий значительный интерес. Вместе с тем нам кажется, что основы голографии следовало изложить несколько проще. Все вопросы, связанные с теорией формирования изображений, изложены очень ясно и четко.

На основе электромагнитной теории света дан довольно подробный анализ оптических свойств тел различной природы (изотропные диэлектрики, металлы, кристаллы). Здесь отобран материал действительно нужный в общем курсе физики, хотя включены и некоторые тонкости (отступления от формул Френеля, аномальный скин-эффект в металлах и др.). Значительный интерес представляет раздел, посвященный молекулярной оптике, изложенный с большим мастерством, в котором опять-таки акцентируется физическая сторона дела и дано представление о свежих результатах, полученных в данной области (вынужденное рассеяние и т. д.). Изложение теории относительности проведено с очень выпуклым и ясным анализом основного физического содержания этой теории. Вместе с тем внимание уделено и экспериментальным подтверждениям теории (включая последние).

Тепловое излучение попало в настоящий том главным образом для обеспечения перехода к лазерам. Поэтому сначала дан вывод формулы Планка из квантования осцилляторов, а затем дан вывод той же формулы по Эйнштейну. Все это сделано со свойственной автору четкостью и ясностью. Лазеры и нелинейная оптика завершают книгу. Изложение принципов работы лазеров в данном разделе курса осложнено необходимостью использовать некоторые сведения из атомной физики. Следует признать, что эта трудность в книге удачно преодолена с большим педагогическим тактом. Изложение нелинейной оптики также заслуживает положительной оценки, но, вероятно, имело смысл использовать представления молекулярной оптики. Это сделало бы более наглядным анализ причин возникновения нелинейных эффектов.

Следует отдельно отметить весьма удачный подбор задач, существенным образом дополняющих основной текст.

Появление курса Д. В. Сивухина, безусловно, представляет настоящее событие в области учебной литературы. Этот курс должен оказать благотворное влияние на преподавание, особенно в смысле борьбы с формализацией общего курса физики. Важно, чтобы курс был завершён выпуском последнего тома, посвященного атомной физике.

В. А. Фабрикант

532.72:669.018(0.59.3)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДИФФУЗИОННОЙ ЗОНЫ

Гегузин Я. Е. Д и ф ф у з и о н н а я з о н а.— М.: Наука. Гл. ред. физ.-матем. лит.-ры, 1979.—343 с.

В рецензируемой книге впервые в мировой литературе последовательно рассмотрены явления, сопутствующие формированию диффузионной зоны. Речь идет о совокупности эффектов, каждый из которых является этапом на пути к истинному равновесию, когда в диффузионном режиме формируется сплав с фазовым составом, соответствующим диаграмме равновесия. Стремясь главным образом изложить физику явлений, автор ограничился двухкомпонентными системами.

Первые две главы книги являются вспомогательными. В них сообщаются читателю необходимые сведения из термодинамики вакансий и вакансионных комплексов, о невакансионных механизмах диффузии, о роли микроскопических и макроскопических ловушек в механизме диффузии, изложено феноменологическое описание взаимной диффузии по Даркену, обсужден эффект вакансионного «ветра» по Маннингу. В последующих главах с единой точки зрения рассмотрен широкий круг вопросов и эффектов, сопутствующих гомогенизации: возникновение избыточных вакансий, напряжений и дислокаций, полостей, макроскопических фазовых включений, течение вещества (эффект Киркендалла), формирование поверхностных структур, проявление размерных эффектов при взаимной диффузии.

К числу безусловных достоинств книги следует отнести наглядность и простоту изложения.

Все расчеты сделаны доступно. В них основное внимание обращается на физический смысл рассматриваемых задач, а не на математические строгости. Эта особенность изложения присуща книге в целом. Теория обсуждаемых эффектов изложена без математических усложнений — во многих местах на уровне простых оценок, что делает книгу доступной для широкого круга и физиков-экспериментаторов, и инженеров-технологов.

Многие аспекты проблемы «диффузионная зона» в книге представлены в новом свете. Так, например, большой интерес представляет обсуждение вклада эффекта Киркендалла в диффузионную ползучесть нагруженных нитей, рассмотрение размерных эффектов при взаимной диффузии, последовательное рассмотрение формирования фаз с учетом не только диффузионной, но и граничной кинетики, что особенно существенно, если толщина фазовой прослойки достаточно мала.

Книга снабжена приложением, содержащим таблицы с необходимыми для расчетов диффузионными данными.

Книга представляет собой труд, интересный и нужный широкому кругу физиков-твердотельщиков и инженеров-металлоvedов. Автору удалось рассмотреть и изложить большое количество сложных и важных вопросов — изложить корректно, красиво, со знанием дела и с большим вкусом. Рекомендуем ознакомиться с этой книгой.

М. А. Кришта