1973 г. Сентябрь *Том 111, вып. 1*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

БИБЛИОГРАФИЯ

536.75(049.3)

НЕРАВНОВЕСНАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

Д. Н. Зубарев. Неравновесная статистическая термодинамика, М., «Наука», 1971, 415 стр.

Два года, прошедшие со времени выхода в свет рецензируемой книги, позволяют в полной мере оценить ее значение. Неравновесная статистическая термодинамика представляет собой теоретический фундамент термодинамики необратимых процессов, играющей важную роль в современной физике, а также химии, молекулярной биофизике и биохимии. Неравновесная статистическая термодинамика, в отличие от обычной равновесной, является еще далеко не завершенной и в настоящее время находится в процессе развития. Систематическое изложение ее современного состояния, первое в мировой литературе, и дается в книге Д. Н. Зубарева. Это изложение базируется на основополагающей идее Н. Н. Боголюбова о сокращении числа параметров в описании неравновесной системы, которое возможно, когда в ходе временной эволюции становятся несущественными детали начального состояния. Примененная впервые Н. Н. Боголюбовым к выводу кинетического уравнения для газов достаточно малой плотности или с достаточно слабым взаимодействием частиц, эта идея, как убедительно показано в книге Д. Н. Зубарева, может быть с успехом использована и для построения уравнений неравновесной статистической термодинамики более общих систем.

Хотя с логической точки зрения было бы разумно сначала изложить статистическую теорию неравновесных процессов и уже затем перейти к равновесию как предельному случаю при больших временах, в книге предлагается обратный порядок. И можно вполне согласиться с предлагаемой автором последовательностью изложения, имея, по крайней мере, в виду монографию, поскольку к настоящему времени неравновесная и равновесная статистическая термодинамика находятся на слишком разных уровнях развития. К этому можно еще добавить и то, что многие из методов неравновесной статистической теории возникли в результате естественного перенесения идей равновесных статистических ансамблей на неравновесную область. Таким образом, изложение книги (главы I и II) начинается с равновесной статистической механики. Классическая и квантовая статистики при этом рассматриваются отдельно, что делает доступной книгу для лиц, не знакомых с квантовой механикой и интересующихся приложениями статистической термодинамики к физической химии, биофизике и биохимии, где пренебрежение квантовыми эффектами часто является вполне оправданным. Вместе с тем автор всегда подчеркивает глубокую внутреннюю связь и единство классического и квантового подходов к проблемам статистической физики и в конце главы II рассматривает предельный переход от квантовой статистики к классической.

Изложение самой неравновесной статистической термодинамики начинается с главы III, где рассматривается реакция статистических систем на внешние механические возмущения, появляющиеся в результате включения различных внешних полей. Возникающая при этом проблема вычисления статистических средних от динамических величин сводится к нахождению функций Грина, играющих фундаментальную роль. Рассматриваются запаздывающие и опережающие функции Грина. Устанавливаются спектральные представления, дисперсионные соотношения, правила сумм, свойства симметрии для функций Грина. Рассматриваются флуктуационно-диссипационные теоремы.

Центральное место в книге занимает глава IV, посвященная изложению термических возмущений, вызванных различными внутренними неоднородностями, которые, вообще говоря, нельзя однозначно описать с помощью какой-либо механической энергии возмущения. Эта глава почти целиком основана на оригинальных работах автора и его учеников. С помощью идеи «квазиинтегралов движения» для сокращенного описания системы строятся неравновесные статистические ансамбли, являющиеся обобще-

© «Успехи физических наук», 1973.

нием равновесных ансамблей Гиббса. Найденные неравновесные функции распределения и статистические операторы используются для вывода уравнений термодинамики необратимых процессов. Рассматриваются приложения к различным конкретным задачам. Сюда относятся: статистический вывод уравнений теплопроводности, диффузии и уравнения Навье — Стокса для многокомпонентной жидкости или газа; построение статистической теории релаксационных процессов и химических реакций; вывод обобщенных кинетических уравнений; вывод уравнений типа Крамерса — Фоккера — Планка. Существенным достоинством развиваемого автором метода неравновесного статистического оператора является его универсальность. Он в равной степени применим как к классическим, так и квантовым задачам. Легко обобщается он и на релятивистские задачи, из которых в книге рассматривается вывод уравнений релятивистской статистической гидродинамики.

В целом рецензируемая книга написана четко и ясно. Особо следует отметить сочетание в ней общей схемы изложения с иллюстрациями на конкретных примерах. Книга тепло встречена всеми, кто интересуется теорией необратимых процессов.

Ф. М. Куни