

## ВВЕДЕНИЕ

Задачей курса теоретической физики в педвузе является обобщение широкого круга физических фактов, создание у будущих учителей физики возможно более полного представления о современной физической картине мира. Для этого прежде всего необходимо изучение фундаментальных физических теорий. В их число по праву входит и статистическая физика. Эта наука показывает, как связаны разнообразные свойства макроскопических тел с их внутренним строением и движением составляющих эти тела частиц, а также устанавливает закономерности тепловых и других явлений, в которых участвуют макроскопические объекты. Статистическая физика изучает свойства жидкостей и газов, поведение электронов в металле и электромагнитного излучения в полости, ход химических реакций, фазовые превращения и многое другое. Диапазон ее приложений очень широк и простирается от атомных ядер до Вселенной в целом. По энергетической шкале он охватывает не менее десяти порядков, начиная от явлений в жидком гелии и сверхпроводниках при низких температурах и кончая процессами в высокотемпературной плазме. Таким образом, мир не может быть познан без этой физической теории.

Современная статистическая физика прошла длительный путь развития. В ее основании лежит представление о том, что все макроскопические системы состоят из громадного числа мельчайших частиц: атомов, молекул, элементарных частиц. Первые идеи об атомном устройстве вещества были высказаны еще учеными Древней Греции: Демокритом и Эпикуром. Эта гипотеза получила научное развитие в исследованиях по химической атомистике в XVIII—XIX вв., начиная с работ М. В. Ломоносова и А. Лавуазье. Ломоносов одним из первых начал работать над корпускулярной теорией тепловых явлений.

В первой последовательной теории теплоты фигурировало понятие о теплороде. Ее систематическое изложение было дано в 1721 г. Х. Вольфом. Несмотря на неверное толкование физической сущности теплоты, в рамках этой теории были получены многие важные результаты. Укажем, к примеру, вывод уравнения адиабатического процесса Пуассоном, создание аналитической теории теплопроводности Фурье, открытие термохимического закона Гессом. Большое значение имела и возможность объяснения с единой точки зрения многих до того разрозненных фактов и частных эмпирических законов, что позволило дать четкие определения понятиям температуры, количества

теплоты, теплоемкости и т. д. Теплородная теория удержалась в физике почти до середины XIX в. Ее наивысшим успехом были исследования коэффициента полезного действия тепловых машин, выполненные С. Карно в 1824 г.

Широкое использование паровых машин в промышленности в начале прошлого века стимулировало изучение тепловых процессов. Было обращено внимание на количественную эквивалентность теплоты и работы: между 1840 и 1850 гг. трудами Ю. Майера, Дж. Джоуля и Г. Гельмгольца было установлено первое начало термодинамики. Далее первое начало было обобщено и понято как всеобщий и универсальный закон природы — принцип сохранения энергии.

Детальное изучение и анализ работ Карно привели Р. Клаузиуса в 1855 г. к открытию второго начала термодинамики. В его трудах на базе двух начал сложилась термодинамика как наука о законах движения и превращения энергии из одной формы в другую вообще и о качественном своеобразии тепловой формы движения материи в частности. Им были введены понятия внутренней энергии, энтропии, сформулирован закон возрастания энтропии. Это позволило выразить основные положения термодинамики в математической форме.

Дальнейшее развитие термодинамики шло по линии совершенствования ее методов и применения их ко все новым и новым явлениям. В 1848 г. В. Кельвин ввел представление об абсолютной шкале температур. В работах Дж. Гиббса, относящихся к 1875—1878 гг., был детально разработан метод термодинамических функций. В начале XX в. В. Нернстом было открыто третье начало термодинамики. Глубокому осмыслению подверглись основы термодинамики и особенно второе начало.

Параллельно с термодинамикой шло развитие молекулярно-кинетической теории. Решающий шаг здесь был сделан Дж. Максвеллом, который впервые применил вероятностно-статистические методы для изучения движения микрочастиц. Большое значение имеют также труды одного из основоположников статистической физики Л. Больцмана, относящиеся ко второй половине XIX в. Выведенное Больцманом кинетическое уравнение для газа (1872 г.) позволило дать вероятностное толкование важнейшей термодинамической величине — энтропии. Благодаря этому была вскрыта статистическая природа второго начала, открылась возможность статистического обоснования всей термодинамики.

Наиболее обций и последовательный статистический метод, пригодный для изучения любых равновесных систем, был дан Гиббсом в 1901 г. С этого момента стало возможным широкое применение статистической физики для изучения разнообразных макроскопических систем. Существенные достижения в исследованиях свойств газов, твердых тел и жидкостей, равно как и в других областях, имели место после того, как в 20—30-х гг. нашего века была разработана квантовая статистическая физика.

Наряду с равновесными системами изучались и неравновесные. Еще в начале XX в. в работах А. Эйнштейна и М. Смолуховского были заложены основы теории флуктуаций и броуновского движения. Они

сыграли важную роль в обосновании фундаментальных идей статистической физики, позволили выяснить границы применимости термодинамики. Позднее была детально развита кинетическая теория явлений переноса. В 1931 г. Л. Онсагер опубликовал статью о соотношениях взаимности при необратимых термодинамических процессах. Далее в работах Л. Онсагера, И. Пригожина и других сложилась последовательная макроскопическая теория неравновесных систем.

В середине нашего века были разработаны весьма мощные статистические методы исследования необратимых явлений. Здесь важное место занимают работы Н. Н. Боголюбова, И. Пригожина, Р. Кубо и др.

Статистическая физика и термодинамика интенсивно развиваются и в наши дни. Имеется значительный прогресс как в разработке основ этих наук, так и в разнообразных приложениях, которые охватывают все более широкий круг проблем. Получают решение задачи, которые много лет интересовали физиков и которые имеют большое теоретическое и практическое значение. Укажем, например, на успехи в теории фазовых переходов и критических явлений. Перспективны статистические и термодинамические исследования в области астрофизики и биофизики.

Необходимо отметить заслуги отечественных ученых в развитии термодинамики и статистической физики. Среди важнейших достижений, которыми по праву гордится советская наука, можно назвать открытие явления сверхтекучести жидкого гелия П. Л. Капицей, труды Н. Н. Боголюбова по динамическим методам в статистической физике, работы Л. Д. Ландау и А. А. Власова по физике плазмы, исследования Л. Д. Ландау по сверхтекучести и фазовым переходам второго рода и многие другие.