

сил трения и влияние теплопроводности, к-рые приводят к диссипации механич. энергии, и механика сплошных сред перестаёт быть «чистой механикой»: становятся существенными тепловые процессы. Лишь после создания термодинамики была сформулирована полная система ур-ний, описывающая механич. процессы в реальных газообразных, жидких и твёрдых телах. Движение электропроводящих жидкостей и газов исследуется в *магнитной гидродинамике*. Колебания упругой среды и распространение в ней волн изучаются в *акустике*.

**Термодинамика.** Всё содержание термодинамики является в осн. следствием её двух начал: первого начала — закона сохранения энергии — и второго начала, констатирующего необратимость макроскопич. процессов. Они позволяют ввести однозначные ф-ции состояний: *внутреннюю энергию* и *энтропию*. В замкнутых системах внутр. энергия остаётся неизменной, а энтропия сохраняется только при равновесных (обратимых) процессах. При необратимых процессах энтропия возрастает, и её рост наиб. полно отражает определ. направленность процессов в природе. В термодинамике осн. величинами, задающими состояние системы, — термодинамическими параметрами — являются в простейшем случае давление, объём и темп-ра. Связь между ними даётся термич. ур-нием состояния, а зависимости ср. энергии от объёма и темп-ры — калорич. ур-нием состояния. Простейшее термич. ур-ние состояния — ур-ние состояния идеального газа Клапейрона — Менделеева (см. *Клапейрона уравнение*).

В классич. термодинамике изучают состояния теплового равновесия и равновесные (протекающие бесконечно медленно) процессы. Время явно не входит в осн. ур-ния термодинамики. Впоследствии (начиная с 30-х гг. 20 в.) была создана *термодинамика неравновесных процессов*. Состояние в этой теории определяется через плотность, давление, темп-ру, энтропию и др. величины (локальные термодинамич. параметры), рассматриваемые как ф-ции координат и времени. Для них записываются ур-ния переноса массы, энергии, импульса, описывающие эволюцию состояния системы с течением времени (ур-ния *диффузии* и *теплопроводности*, *Навье — Стокса уравнения*). Эти ур-ния выражают локальные (т. е. справедливые для данного бесконечно малого элемента объёма) законы сохранения указанных физ. величин.

**Статистическая физика, статистическая механика.** В классич. статистич. механике вместо задания координат  $r_i$  и импульсов  $p_i$  частиц системы задается ф-ция распределения частиц по координатам и импульсам,  $f(r_1, p_1, \dots, r_N, p_N; t)$ , имеющая смысл плотности вероятности обнаружения наблюдаемых значений координат и импульсов в определённых малых интервалах в данный момент времени  $t$ . Ф-ция распределения  $f$  удовлетворяет ур-нию движения (ур-нию Лиувилля), имеющему вид ур-ния непрерывности в пространстве всех  $r_i$  и  $p_i$  (в фазовом пространстве). Ур-ние Лиувилля однозначно определяет  $f$  в любой последующий момент времени по заданному её значению в нач. момент, если известна энергия взаимодействия между частицами системы. Ф-ция распределения позволяет вычислять ср. значения плотностей вещества, энергии, импульса и их потоков, а также отклонения их от ср. значений — *флуктуации*. Ур-ние, описывающее эволюцию ф-ции распределения для газа, было впервые получено Больцманом (1872) и наз. кинетическим ур-нием Больцмана.

Гиббс получил выражение для ф-ции распределения произвольной системы, находящейся в равновесии с термостатом (канонич. *Гиббса распределение*). Эта ф-ция распределения позволяет по известному выражению энергии как ф-ции координат и импульсов частиц (ф-ции Гамильтона) вычислить все термодинамич. потенциалы, что является предметом статистич. термодинамики.

Процессы, возникающие в системах, выведенных из состояния термодинамич. равновесия, необратимы и изучаются в статистич. теории неравновесных процессов (эта теория вместе с термодинамикой неравновесных процессов образует *кинетiku физическую*). В принципе, если ф-ция

распределения известна, можно определить любые макроскопич. величины, характеризующие состояние системы в неравновесном состоянии, и проследить за их изменением в пространстве с течением времени.

Нахождение ф-ции распределения, зависящей от координат и импульсов всех частиц системы, является неразрешимой задачей, т. к. оно эквивалентно решению ур-ний движения для всех частиц. Однако для вычисления физ. величин, характеризующих систему (ср. плотности частиц, энергии и импульса), не требуется знания полной ф-ции распределения. Поэтому используется приближённое статистич. описание с помощью более простых ф-ций распределения: одночастичных, дающих ср. число частиц с определ. значениями координат и импульсов, и двухчастичных, определяющих взаимное влияние (корреляцию) двух частиц. Общий метод получения ур-ний для таких ф-ций был разработан в 40-х гг. 20 в. Н. Н. Боголюбовым, М. Борном (М. Born), Г. С. Гринном (H. Green) и др. Ур-ния для одночастичной ф-ции распределения, построение к-рых возможно для газов малой плотности, наз. кинетическими. К их числу относится кинетич. ур-ние Больцмана. Разновидности ур-ния Больцмана для ионизованного газа (*плазмы*) — кинетич. ур-ния Л. Д. Ландау и А. А. Власова (30—40-е гг.).

В плазме осн. роль играют эл.-магн. взаимодействия заряж. частиц, и лишь статистич. теория, как правило, способна дать ответ на любые вопросы, связанные с поведением плазмы. В частности, она позволяет исследовать проблему устойчивости высокотемпературной плазмы во внеш. эл.-магн. поле. Эта задача чрезвычайно актуальна в связи с проблемой осуществления управляемых термоядерных реакций. Существенный вклад в феноменологич. теорию необратимых процессов и термодинамики нелинейных необратимых процессов внёс И. Р. Пригожин (I. Prigogine).

**Электродинамика.** Состояние эл.-магн. поля в теории Максвелла характеризуется двумя осн. векторами: напряжённостью эл. поля  $E$  и магн. индукцией  $B$ , являющимися ф-циями координат и времени. Эл.-магн. свойства вещества задаются тремя величинами: диэлектрич. проницаемостью  $\epsilon$ , магн. проницаемостью  $\mu$  и уд. электропроводностью  $\sigma$ , к-рые должны быть определены экспериментально. Для векторов  $E$  и  $B$  и связанных с ними вспомогат. векторов эл. индукции  $D$  и напряжённости магн. поля  $H$  записывается система линейных дифференц. ур-ний с частными производными — *Максвелла уравнения*. Эти ур-ния описывают эволюцию эл.-магн. поля. По значениям характеристик поля в нач. момент времени внутри нек-рого объёма и по граничным условиям на поверхности этого объёма можно определить  $E$  и  $B$  в любой последующий момент времени. Векторы  $E$  и  $B$  определяют силу, действующую на заряж. частицу, движущуюся с определ. скоростью в эл.-магн. поле (*Лоренца силу*).

Основатель электронной теории Лоренц сформулировал ур-ния, описывающие элементарные эл.-магн. процессы. Эти ур-ния, называемые *Лоренца — Максвелла уравнениями*, связывают движение отд. заряж. частиц с создаваемым ими эл.-магн. полем.

**Специальная теория относительности. Релятивистская механика.** В основе спец. теории относительности — физ. теории о пространстве и времени при отсутствии полей тяготения — лежат два постулата: принцип относительности и независимость скорости света от движения источника. Согласно принципу относительности Эйнштейна, любые физ. явления — механические, оптические, тепловые и т. д. во всех инерциальных системах отсчёта при одинаковых нач. условиях протекают одинаково. Это означает, что равномерное и прямолинейное движение системы не влияет на ход процессов в ней. Все инерциальные системы отсчёта равноправны (не существует выделенной, «абсолютно покоящейся» системы отсчёта, как не существует абс. пространства и времени — исходных представлений Ньютона о пространстве и времени). Согласно второму постулату, скорость света в вакууме во всех инерциальных системах отсчёта одинакова. Из этих двух постулатов вы-