

Второй этап развития молекулярно-кинетич. теории начат Дж. К. Максвеллом (J. C. Maxwell). В 1859 он, введя впервые в Ф. понятие вероятности, нашёл закон распределения молекул по скоростям — вероятность того, что скорость молекулы лежит внутри определ. интервала значений (*Максвелла распределение*). После этого возможности молекулярно-кинетич. теории необычайно расширились и привели к созданию статистич. механики. Л. Больцман (L. Boltzmann) построил *кинетическую теорию газов* и дал статистич. обоснование законов термодинамики. Осн. проблема, к-рую в значит. степени удалось решить Больцману, заключалась в согласовании обратимого по времени характера движения отд. молекул с очевидной необратимостью всех макроскопич. процессов. Термодинамич. равновесию системы, по Больцману, соответствует максимум вероятности данного состояния. Необратимость процессов связана со стремлением систем к наиб. вероятному состоянию. Большое значение имела доказанная Больцманом теорема о равномерном распределении ср. кинетич. энергии по степеням свободы.

Статистич. механика получила завершение в 1902 в работах Дж. У. Гиббса (J. W. Gibbs), создавшего метод расчёта ф-ций распределения для любых систем (а не только газов) в состоянии термодинамич. равновесия. Всеобщее признание статистич. механика получила в 20 в. после создания в 1905—06 А. Эйнштейном (A. Einstein) и М. Смолуховским (M. Smoluchowski) на основе молекулярно-кинетич. теории количеств. теории *броуновского движения*, получившей эксперим. подтверждение в опытах Ж. Б. Перрена (J. B. Perrin).

Во 2-й пол. 19 в. длит. процесс изучения эл.-магн. явлений был завершён Максвеллом, написавшим ур-ния для эл.-магн. поля, к-рые объясняли все известные в то время факты с единой точки зрения и позволяли предсказывать новые явления. Эл.-магн. индукцию Максвелл интерпретировал как процесс порождения перем. магн. полем вихревого электрич. поля. Вслед за этим он предсказал обратный эффект — порождение магн. поля перем. электрич. полем («током смещения»). Важнейшим результатом теории Максвелла был вывод о конечности скорости распространения эл.-магн. взаимодействий (эл.-магн. волн) и равенстве её скорости света. Эксперим. обнаружение эл.-магн. волн Г. Р. Герцем (H. R. Hertz; 1886—89) подтвердило справедливость этого вывода. Из теории Максвелла вытекало, что свет имеет эл.-магн. природу. Тем самым оптика стала одним из разделов электродинамики. В кон. 19 в. П. Н. Лебедев обнаружил на опыте и измерил давление света, предсказанное эл.-магн. теорией Максвелла. В это же время А. С. Попов и Г. Маркони (G. Marconi) впервые использовали эл.-магн. волны для беспроводной связи.

В 19 в. продолжалось также развитие механики сплошных сред. В 1859 Г. Р. Кирхгоф (G. R. Kirchhof) и Р. Бунзен (R. Bunsen) заложили основы спектрального анализа. В акустике была разработана теория упругих колебаний и волн [Гельмгольд, Дж. У. Рэлей (J. W. Rayleigh) и др.]. Создана техника получения низких темп-р. Были получены в жидком состоянии все газы, кроме гелия, а в нач. 20 в. Х. Каммерлинг-Оннес (H. Kammerling-Onnes) ожилил и гелий; в 1911 им была открыта сверхпроводимость.

К кон. 19 в. Ф. считали почти завершённой. Казалось, что все физ. явления можно свести к механике молекул (или атомов) и эфира. Эфир рассматривался как механич. среда, в к-рой разыгрываются эл.-магн. явления. Лорд Кельвин обращал внимание лишь на два необъяснимых факта: отрицат. результат опыта Майкельсона по обнаружению движения Земли относительно эфира и непонятную с точки зрения молекулярно-кинетич. теории зависимость теплоёмкости газов от темп-ры. Однако именно эти факты явились первым указанием на необходимость пересмотра осн. представлений Ф. Для объяснения этих и множества др. фактов, открытых впоследствии, понадобилось создание теории относительности и квантовой механики.

Релятивистская и квантовая физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц (кон. 19—20 вв.). Наступление

новой эпохи в Ф. было подготовлено открытием электрона Дж. Дж. Томсоном (J. J. Thomson) в кон. 19 в. Выяснилось, что атомы не элементарны, а представляют собой сложные системы, в состав к-рых входят электроны. Важнейшую роль в этом открытии сыграло исследование разрядов в газах.

В кон. 19—нач. 20 вв. Х. А. Лоренцем (H. A. Lorentz) были заложены основы электронной теории, называемой чаще микроскопич. электродинамикой. В этой теории методы статистич. механики были распространены на эл.-магн. процессы.

В нач. 20 в. выяснилось, что электродинамика требует коренного пересмотра представлений о пространстве и времени, представлений, лежащих в основе классич. механики Ньютона. В 1905 Эйнштейн создал спец. (частную) теорию относительности — новое учение о пространстве и времени. Эта теория исторически была подготовлена трудами Лоренца и А. Пуанкаре (H. Poincaré).

Опыт показывал, что сформулированный Галилеем принцип относительности, согласно к-рому механич. явления протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчёта, справедлив и для эл.-магн. явлений. Поэтому ур-ния Максвелла не должны изменять свою форму (должны быть инвариантными) при переходе от одной инерциальной системы отсчёта к другой. Однако оказалось, что это справедливо лишь в том случае, если преобразования координат и времени при таком переходе отличны от преобразований Галилея, справедливых в механике Ньютона. Лоренц нашёл эти преобразования (*Лоренца преобразования*), но не смог дать им правильную интерпретацию. Это было сделано Эйнштейном в его спец. теории относительности.

Открытие спец. теории относительности показало ограниченность механич. картин мира. Попытки свести эл.-магн. процессы к механическим в гипотетич. среде — эфире — оказались несостоятельными.

В 1916 Эйнштейн распространил принцип относительности на неинерциальные системы отсчёта и построил общую теорию относительности — физ. теорию пространства, времени и тяготения. Эта теория преобразовала ньютоновскую теорию тяготения.

Представление о существовании кванта действия $h \approx 6,6 \cdot 10^{-27}$ эрг · с зародилось в рамках статистич. теории равновесного теплового излучения. В кон. 19 в. выяснилось, что распределение энергии теплового излучения по спектру, выведенное из закона классич. статистич. физики о равномерном распределении энергии по степеням свободы, противоречит опыту. Из теории следовало, что вещество должно излучать эл.-магн. волны при любой темп-ре, терять энергию и охлаждаться до абс. нуля, т. е. что тепловое равновесие между веществом и излучением невозможно. Однако повседневный опыт противоречил этому выводу. Выход был найден в 1900 М. Планком (M. Planck), показавшим, что результаты теории согласуются с опытом, если предположить, в противоречии с классич. электродинамикой, что атомы испускают эл.-магн. энергию отд. порциями — квантами. Энергия каждого такого кванта прямо пропорц. частоте, а коэф. пропорциональности является квант действия h , получивший впоследствии название постоянной Планка.

В 1905 Эйнштейн расширил гипотезу Планка, предположив, что излучаемая порция эл.-магн. энергии сохраняет свою индивидуальность — распространяется и поглощается только целиком, т. е. ведёт себя подобно частице (позднее она была названа фотоном). На основе этой гипотезы Эйнштейн объяснил закономерности *фотоэффекта*, не укладывающиеся в рамки классич. электродинамики.

Т. о., на новом качеств. уровне была возрождена корпускулярная теория света. Свет ведёт себя подобно потоку частиц (корпускул); однако одновременно ему присущи и волновые свойства, к-рые проявляются, в частности, в явлениях дифракции и интерференции. Следовательно, несовместимые с точки зрения классич. Ф. волновые и корпускулярные свойства в равной мере присущи свету.