

Квантование излучения приводило к заключению, что энергия внутриатомных движений также может меняться только скачкообразно. Такой вывод был сделан Н. Бором (N. Bohr) в 1913. К этому времени Э. Резерфорд (E. Rutherford; 1911), интерпретируя результаты своих экспериментов по рассеянию α -частиц веществом, открыл атомное ядро и предложил ядерную (планетарную) модель атома. В атоме Резерфорда движение электронов вокруг ядра подобно движению планет вокруг Солнца. Однако, согласно электродинамике Максвелла, такой атом неустойчив: электроны, двигаясь по круговым (или эллиптическим) орбитам, испытывают ускорение, а следовательно, должны непрерывно излучать энергию и в конце концов за время $\sim 10^{-8}$ с упасть на ядро. Чтобы объяснить устойчивость атома и его линейчатый спектр, Бор постулировал, что атомы могут находиться лишь в особых стационарных состояниях, в к-рых электроны не излучают, и только при переходе из одного стационарного состояния в другое атом испускает или поглощает энергию. Дискретность энергии атома была подтверждена в 1913—14 опытами Дж. Франка (J. Franck) и Г. Герца (G. Gertz) по изучению столкновений с атомами электронов, ускоренных электр. полем. Для простейшего атома — атома водорода — Бор построил количеств. теорию спектра, согласующуюся с опытом. Однако теория Бора была внутренне противоречива: используя для движения электронов законы механики Ньютона, она в то же время искусственно накладывала на возможные движения электронов чуждые классич. Ф. квантовые ограничения.

Дискретность действия — фундам. факт, требующий радикальной перестройки как законов механики, так и законов электродинамики. Постоянная Планка — универсальная мировая постоянная, играющая роль масштаба явлений природы. Классич. законы справедливы лишь при рассмотрении движения объектов достаточно большой массы, когда величины размерности действия велики по сравнению с \hbar и дискретностью действия можно пренебречь.

В 1920-х гг. была построена последовательная, логически завершенная теория движения микрочастиц — квантовая, или волновая, механика — самая глубокое из совр. физ. теорий. В её основу легли идея квантования Планка — Бора и выдвинутая в 1924 Л. де Бройлем (L. de Broglie) гипотеза, что двойственная корпускулярно-волновая природа свойственна не только эл.-магн. излучению (фотонам), но и любым др. видам материи. Все микрочастицы (электроны, протоны, атомы и т. д.) обладают не только корпускулярными, но и волновыми свойствами: каждой из них можно поставить в соответствие волну, длина к-рой равна отношению постоянной Планка \hbar к импульсу частицы, а частота — отношению энергии к \hbar . Волны де Бройля описывают свободные частицы. В 1927 впервые наблюдалась дифракция электронов, подтвердившая экспериментально наличие у них волновых свойств. Позднее дифракция наблюдалась и у др. микрочастиц, включая молекулы.

В 1926 Э. Шрёдингер (E. Schrödinger), пытаясь получить дискретные значения энергии в атоме из ур-ния волнового типа, сформулировал осн. ур-ние нерелятивистской квантовой механики, названное его именем. В. Гейзенберг (W. Heisenberg) и др. построили квантовую механику в др. матем. форме — т. н. матричную механику.

В 1925 Дж. Ю. Уленбек (J. J. Uhlenbeck) и С. А. Гаудсмит (S. A. Goudsmit) на основании эксперим. (спектроскопич.) данных открыли существование у электрона собств. момента кол-ва движения — *спин* (а следовательно, и связанного с ним собственного, спинового, магн. момента). В. Паули (W. Pauli) записал ур-ние движения нерелятивистского электрона во внеш. эл.-магн. поле, с учётом взаимодействия магн. момента электрона с магн. полем (*Паули уравнение*). В 1925 Паули сформулировал также т. н. принцип запрета, согласно к-рому в одном квантовом состоянии не может находиться больше одного электрона (*Паули принцип*). Этот принцип сыграл важнейшую роль в построении квантовой теории систем мн. частиц, в частности он позволил объяснить закономерности заполнения

электронами оболочек и слоёв в многоэлектронных атомах и т. о. дал теоретич. обоснование периодич. системы элементов Менделеева.

Открытие Резерфордом атомного ядра предшествовали открытия радиоактивности, радиоакт. превращений тяжёлых атомов [А. Беккерель (H. Becquerel), П. и М. Кюри (P. и M. Curi)], а также изотопов [Ф. Содди (F. Soddy)]. Первые попытки непосредств. исследованием строения атомного ядра относятся к 1919, когда Резерфорд, облучая стабильные ядра азота α -частицами, установил превращение их в ядра кислорода. Открытие Дж. Чедвиком (J. Chadwick) нейтрона (1932) привело к созданию совр. протонно-нейтронной модели ядра (Гейзенберг, Д. Д. Иваненко). В 1934 Ф. и И. Жолио-Кюри (F. и I. Joliot-Curi) открыли искусств. радиоактивность.

Создание ускорителей заряж. частиц позволило изучать разл. ядерные реакции. Важнейшим результатом этого этапа в Ф. явилось открытие деления ядра и возможности освобождения ядерной энергии.

Одновременно с Ф. атомного ядра началось быстрое развитие Ф. элементарных частиц. Первые большие успехи в этой области связаны с исследованием космич. лучей. Были открыты *мюоны*, *пи-мезоны*, *К-мезоны*, первые *гипероны*. После создания ускорителей на высокие энергии началось планомерное изучение элементарных частиц, их свойств и взаимодействий; были экспериментально наблюдаемы (по их взаимодействию) 2 типа *нейтрино* и открыто большое число новых элементарных частиц, в том числе т. н. *резонансов*, ср. время жизни к-рых составляет всего 10^{-22} — 10^{-24} с. Обнаруженная универсальная взаимопревращаемость элементарных частиц указывала на то, что не все эти частицы элементарны в абс. смысле этого слова, а имеют сложную внутр. структуру. Теория элементарных частиц и их взаимодействий (сильных, эл.-магн. и слабых) составляет предмет квантовой теории поля — совр. интенсивно развивающейся теории.

3. Фундаментальные физические теории

Классическая механика Ньютона. Фундам. значение для всей Ф. имело введение Ньютоном понятия состояния. Первоначально оно было сформулировано для простейшей механ. системы — системы материальных точек. Именно для материальных точек непосредственно справедливы законы Ньютона. Во всех последующих фундам. физ. теориях понятие состояния было одним из основных. Состояние механ. системы полностью определяется координатами и импульсами всех образующих систему тел. Если известны силы взаимодействия тел, определяющие их ускорения, то по значениям координат и импульсов в нач. момент времени ур-ния движения механики Ньютона (второй закон Ньютона) позволяют однозначно установить значения координат и импульсов в любой последующий момент времени. Координаты и импульсы — осн. величины в классич. механике; зная их, можно вычислить значение любой др. механ. величины: энергии, момента кол-ва движения и др. Хотя позднее выяснилось, что ньютоновская механика имеет огранич. область применения, она была и остаётся тем фундаментом, без к-рого построение всего здания совр. Ф. было бы невозможным.

Механика сплошных сред. Газы, жидкости и твёрдые тела в механике сплошных сред рассматриваются как непрерывные среды. Вместо координат и импульсов частиц состояние системы однозначно характеризуется ф-циями координат (x, y, z) и времени (t) : плотностью $\rho(x, y, z, t)$, давлением $p(x, y, z, t)$ и скоростью $v(x, y, z, t)$. Ур-ния механики сплошных сред позволяют установить значения этих ф-ций в любой последующий момент времени, если известны их значения в нач. момент и граничные условия.

Ур-ние Эйлера, связывающее скорость течения жидкости с давлением, вместе с *неразрывности уравнением*, выражающим закон сохранения вещества, позволяют решать любые задачи динамики идеальной жидкости, то есть жидкости, лишённой вязкости и теплопроводности. В гидродинамике вязкой жидкости учитываются действие