

Макс Планк — основатель квантовой физики

А. ВАСИЛЬЕВ

ЖУРНАЛ, который вы сейчас держите в руках, обязан своим названием немецкому физики Макс Планку (1858–1947). Понятие «квант» он ввел в 1900 году, определив тем самым XX век как век квантовой физики.

Квантовая теория возникла в связи с непреодолимыми трудностями, которые испытывала классическая теория при попытке объяснить экспериментально полученные закономерности теплового излучения твердого тела. Краткая история этого величайшего открытия в истории естествознания такова.

Еще в середине XIX века Г. Кирхгоф (1824–1887) установил один из основных законов теплового излучения, носящий теперь его имя. Согласно этому закону, отношение излучательной способности ϵ какого-то тела к его поглощательной способности α не зависит от природы тела и является одинаковой для всех тел функцией частоты ν и температуры T , равной излучательной способности ϵ_0 абсолютно черного тела:

$$\frac{\epsilon(\nu, T)}{\alpha(\nu, T)} = \epsilon_0(\nu, T).$$

Абсолютно черное тело, по определению, это тело, которое поглощает все падающее на него излучение и ничего не отражает. Таких тел в природе не существует, однако хорошим приближением является замкнутая непрозрачная полость с небольшим отверстием. Поскольку вероятность того, что попавшее в отверстие излучение в результате многочисленных отражений выйдет наружу, очень мала, оно практически полностью поглощается. Излучение, возникшее в полости и выходящее из отверстия, считается эквивалентным излучению, испускаемому площадкой размером с отверстие на поверхности черного тела.

Следующим этапом в исследовании теплового излучения было открытие закона Стефана–Больцмана. Л. Боль-



Макс Планк

цман (1844–1906) в 1884 году на основании теории заключил, что полная объемная плотность излучения (т.е. излучения всех частот) черного тела u пропорциональна четвертой степени температуры T : $u = \sigma T^4$. Поскольку этот закон обосновывает и уточняет результат, полученный экспериментально еще в 1879 году Й. Стефаном (1835–1893), он носит имя Стефана–Больцмана; так же называется и постоянная $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$. Хотя этот закон и определяет полную энергию спектра, вопрос о распределении энергии в спектре излучения (по частотам) он не рассматривает.

Первый ответ на этот вопрос дал В. Вин (1864–1928), который в 1893 году установил, что максимум излучения в спектре абсолютно черного тела с увеличением температуры смещается в сторону больших частот. В 1896 году Вин из классических соображений получил закон распределения энергии в спектре в явном виде. Оказалось, однако, что этот закон достаточно хорошо описывает излучение черного тела лишь на высоких частотах и расходится с экспериментом на низких.

Попытку преодолеть это расхождение независимо друг от друга предприняли в 1900 году Д. Рэлей (Стретт) (1842–1919) и в 1905 году Д. Джинс (1877–1946). Исходя из классических

представлений о равномерном распределении энергии по степеням свободы, они получили формулу распределения энергии излучения в спектре в зависимости от температуры. Эта формула, однако, хорошо согласовывалась с экспериментом лишь на низких частотах. С ростом частоты энергия излучения, согласно формуле Рэля–Джинса, должна была бы неограниченно расти, достигая огромных значений в ультрафиолетовой области, что противоречило опыту. Этот явно парадоксальный вывод теории даже получил специальное название: «ультрафиолетовая катастрофа».

Такой воистину катастрофической была ситуация, когда Планк занялся теорией излучения. Первоначально он опирался на законы Кирхгофа и Вина, пытаясь связать теорию теплоты с электромагнитной теорией Максвелла, но вскоре осознал, что на основе классической теории объяснить тепловое излучение абсолютно черного тела невозможно.

К своему открытию Планк пришел не сразу. Первый шаг был сделан 19 октября 1900 года. Когда на заседании Немецкого физического общества в Берлине экспериментаторы Ф. Курлбаум и Г. Рубенс докладывали результаты своих исследований по тепловому излучению, явно противоречившие формуле Вина, Планк (узнавший об этих результатах за несколько дней до заседания) в порядке дискуссии предложил эмпирическую формулу распределения энергии в спектре излучения, которая устраняла имеющиеся несоответствия. Экспериментаторы тщательно сверили новую формулу с данными своих измерений и получили разительное совпадение. Несмотря на несомненный успех, сам Планк рассматривал предложенную им формулу лишь как некоторое промежуточное выражение и задался целью дать формуле теоретическое обоснование, «отыскать ее подлинный физический смысл». В этом состоял его второй шаг.

Почти два месяца Планк пытался получить угаданную им формулу, оставаясь на позициях классической физи-

О М. Планке см. также 4-ю страницу обложки. (Прим. ред.)