

Абсолютно черное тело, полностью поглощающее электромагнитное излучение любой частоты, при нагревании излучает энергию в виде волн, равномерно распределенных по всему спектру частот.

К концу XIX века ученые, исследуя взаимодействие электромагнитного излучения (в частности, света) с атомами вещества, столкнулись с серьезными проблемами, решить которые удалось только в рамках квантовой механики, которая, во многом, и зародилась благодаря тому, что эти проблемы возникли. Чтобы понять первую и, пожалуй, самую серьезную из этих проблем, представьте себе большой черный ящик с зеркальной внутренней поверхностью, в одной из стенок которого проделана маленькая дырочка. Луч света, проникающий в ящик через микроскопическое отверстие, навсегда остается внутри, бесконечно отражаясь от стенок. Объект, не отражающий света, а полностью поглощающий его, выглядит черным, поэтому его и принято называть *черным телом*. (Абсолютно чёрное тело — подобно многим другим концептуальным физическим явлениям — объект чисто гипотетический, хотя, например, полая, равномерно разогреваемая зеркальная изнутри сфера, свет в которую проникает через единственное крохотное отверстие, является хорошим приближением.)

Вам, однако, наверняка доводилось и в реальности видеть достаточно близкие аналоги черного тела. В очаге, например, случается, что несколько поленьев сложатся практически вплотную, а внутри них выгорит довольно большая полость. Снаружи поленья остаются темными и не светятся, в то время как внутри выгоревшей полости накапливаются жар (инфракрасное излучение) и свет, и, прежде чем вырваться наружу, эти лучи многократно отражаются от стен полости. Если заглянуть в щель между такими поленьями, вы увидите яркое желто-оранжевое высокотемпературное свечение и, оттуда на вас буквально полыхнет жаром. Просто лучи на какое-то время оказались пойманными в ловушку между поленьями подобно тому, как свет полностью улавливается и поглощается вышеописанным черным ящиком.

Модель такого черного ящика помогает нам понять, как ведет себя поглощенный черным телом свет, взаимодействуя с атомами его вещества. Тут важно понять, что свет поглощается атомом, тут же испускается им и поглощается другим атомом, снова испускается и поглощается, и так будет происходить до момента достижения состояния равновесного насыщения. При нагревании черного тела до равновесного состояния интенсивность испускания и поглощения лучей внутри черного тела уравниваются: при поглощении некоего количества света определенной частоты одним атомом другой атом где-то внутри одновременно испускает такое же количество света той же частоты. Таким образом, количество поглощенного света каждой частоты внутри черного тела остается неизменной, хотя поглощают и испускают его разные атомы тела.

До этого момента поведение черного тела остается достаточно понятным. Проблемы в рамках классической физики (под «классической» здесь имеется в виду физика до появления квантовой механики) начались при попытках подсчитать энергию излучения, сохраняемую внутри абсолютно черного тела в равновесном состоянии. И скоро выяснились две вещи:

чем выше волновая частота лучей, тем больше их накапливается внутри черного тела (то есть, чем короче длины волн исследуемой части спектра волн излучения, тем больше лучей этой части спектра внутри черного тела предсказывает классическая теория); чем выше частота волны, тем большую энергию она несет и, соответственно, тем больше ее сохраняется внутри черного тела.

По совокупности два этих заключения привели к немыслимому результату: энергия излучения внутри черного тела должна быть бесконечной! Эта злая насмешка над законами классической физики была окрещена *ультрафиолетовой катастрофой*, поскольку высокочастотное излучение лежит в ультрафиолетовой части спектра.

Порядок удалось восстановить немецкому физик Макс Планку (см. Постоянная Планка) — он показал, что проблема снимается, если допустить, что атомы могут поглощать и излучать свет только порциями и только на определенных частотах. (Позже Альберт Эйнштейн обобщил эту идею, введя понятие *фотонов*

— строго определенных порций светового излучения.) По такой схеме многие частоты излучения, предсказываемые классической физикой, просто не могут существовать внутри черного тела, поскольку атомы не способны ни поглощать, ни испускать их; соответственно, эти частоты выпадают из рассмотрения при расчете равновесного излучения внутри черного тела. Оставив только допустимые частоты, Планк предотвратил ультрафиолетовую катастрофу и направил науку по пути верного понимания устройства мира на субатомном уровне. Кроме того, он рассчитал характерное распределение равновесного излучения черного тела по частотам.

Это распределение получило всемирную известность через многие десятилетия после его публикации самим Планком, когда ученые-космологи выяснили, что открытое ими реликтовое микроволновое излучение (см. Большой взрыв) в точности подчиняется распределению Планка по своим спектральным характеристикам и соответствует излучению абсолютно черного тела при температуре около трех градусов выше абсолютного нуля.