

535.375.5

ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ*)

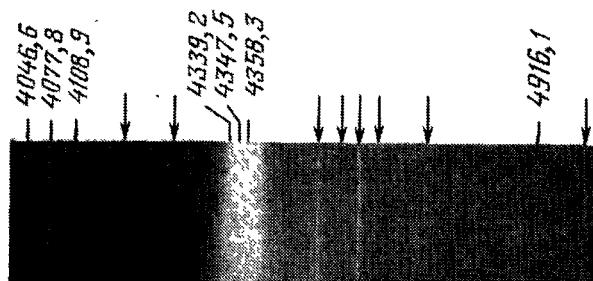
Ч. В. Раман, К. С. Кришнан

В знаменитом выводе Эйнштейна формулы Планка для излучения черного тела рассматривалось равновесие между тремя элементарными процессами: 1) спонтанное излучение атомов, 2) поглощение атомами энергии, пропорциональное плотности энергии поля, и 3) индуцированное излучение энергии атомами, также пропорциональное плотности энергии излучения. Третий процесс может рассматриваться как отрицательное поглощение и характерен для теории Эйнштейна, так что если в уравнении соответствующий член опущен, то для излучения вместо формулы Планка получается формула Вина. Отрицательное поглощение излучения существенным образом входит также и в теорию дисперсии Крамерса — Гейзенберга. Реальность такого поглощения была до настоящего времени предметом веры, а не доказанным экспериментальным фактом, и, кроме немногих авторов (Ориштейн и Бюргер, С. Н. Бозе), все считали ее сомнительной.

Теперь уже недалеко до надежного экспериментального доказательства реальности отрицательного поглощения. Мы открыли¹, что если жидкость, например бензол, освещается монохроматическим светом, то излучение, рассеянное молекулами, содержит спектральные линии изменивших частот. Тщательные измерения показали, что разность частот падающего и рассеянного света в точности равна частоте инфракрасного поглощения молекулы, так что процесс преобразованного рассеяния включает в себя поглощение излучения. Поскольку молекула имеет различные характерные инфракрасные частоты, при рассеянии мы получаем равное число преобразованных линий. Это видно на фотографии, на которой представлена спектrogramма рассеяния жидким бензолом света ртутной дуги, из спектра которого светофильтром вырезано все, кроме группы

*) Raman C. V., Krishnan K. S. The Negative Absorption of Radiation.—Nature, 1928, v. 122, p. 12.—Перевод Е. Б. Логинова.

линий 4358 Å. На спектрограмме представлены длины волн линий в Å, а линии преобразованного рассеяния показаны стрелками. (Впрочем, можно заметить, что бензол не был полностью очищен, а имеющийся непрерывный спектр присутствует и в преобразованном рассеянии.) Наиболее яркие преобразованные линии имеют длину волны больше 4358 Å, и их частоты определяются инфракрасными линиями поглощения на длинах волн 16,55; 11,78; 10,10; 8,51; 6,27 и 3,267 мкм. (Таким способом эти длины волн измеряются точнее, чем на инфракрасном спектрометре.)



Однако пристальное изучение данной спектрограммы показывает две преобразованные линии с длинами волн меньше, чем у возбуждающей линии 4358 Å. Измерения показывают, что их частоты превышают частоту последней на инфракрасные частоты молекулы, а именно на частоты, соответствующие линиям 16,55 и 10,10 мкм соответственно. Наличие этих линий доказывает одновременно и наличие в жидкости молекул, находящихся на возбужденных энергетических уровнях, и факт, что падающее излучение индуцирует возврат в состояние с более низкой энергией; другими словами, имеется отрицательное поглощение излучения. Если учесть тот факт, что отношение количества возбужденных молекул к количеству молекул, находящихся в нормальном состоянии при обычных температурах, является малой величиной, слабость преобразованной линии с увеличенной частотой, по сравнению с такой же линией, но с уменьшенной частотой, вполне согласуется с предположением, что переходы в разных направлениях имеют одинаковые вероятности.

Калькутта,
Боубазар Стрит, 210,
15 мая

ЛИТЕРАТУРА

1. Р а м а н С. В. A Change of Wave-length in Light Scattering.— Nature, 1928, v. 121, p. 619. (Перевод см. в данном номере УФН, с. 152).