

ГЛАВА X

КВАНТОВАЯ ОПТИКА

§ 66. Развитие квантовой оптики

В главе VIII мы уже познакомились с первыми блестящими успехами квантовой оптики. Дальнейшее развитие квантовой оптики привело к получению новых результатов, имеющих также перво-степенное значение для всего учения о строении материи.

Здесь наметились две линии: одна, связанная с использованием оптических методов для исследования строения вещества, и вторая, связанная с изучением свойств самого света, механизма его возникновения и взаимодействия с веществом.

В настоящей главе приведены данные, характеризующие развитие квантовой оптики вплоть до самого последнего времени.

Исследование спектров, потребовавшее кропотливой работы ученых многих стран, оказалось необычайно плодотворным для выяснения внутреннего строения сложных атомов и молекул. Большие заслуги в этом направлении имеют Д. С. Рождественский и созданная им в Государственном оптическом институте (ГОИ) советская школа спектроскопистов, начинавшая свою работу в 1918 г., в трудных условиях гражданской войны и блокады. В речи, произнесенной в 1919 г., Д. С. Рождественский говорил: «По тону спектральной струны мы узнаем ее длину, по аккорду узнаем инструмент. Не должен ли аккорд спектральных линий дать нам знание строения атома?»

Через 15 лет, подводя итоги, он так характеризовал пройденный путь: «Законы движения водородного электрона по орбите казались несомненными. Предстояло разгадать законы движения в других атомах... И в ГОИ удалось проникнуть в эти законы, исходя из сравнения спектральных серий всех элементов с водородными спектрами. Тысячи сухих цифр осветились смыслом и начали жить. Конфигурации простейших атомов стали ясными, впервые удалось начертать орбиты электронов атома лития». Дело не ограничилось простейшими атомами; например, Д. С. Рождественскому

принадлежат принципиальные результаты в анализе спектров неона, магния и ртути. Фундаментальные результаты по теории спектров были получены Паули, Гейзенбергом, Гундом, Ресселем, Юленбеком и Гаудсмитом.

Спектроскопический метод исследования структуры атома или молекулы состоит всегда из трех последовательных этапов: 1) исследование структуры спектра данного атома (молекулы); 2) подбор схемы энергетических уровней атома (молекулы), переходы между которыми объясняют данную структуру спектра, и, наконец, 3) истолкование схемы энергетических уровней на основании особенностей внутренней структуры атома (молекулы). При переходе от первого этапа ко второму используется квантовое условие для частот (§ 58).

При переходе от второго этапа к третьему более наглядным является использование электронных орбит, но, конечно, более точные результаты дает волномеханический метод. В некоторых случаях орбитальная модель приходит в резкое противоречие с опытом (§ 67). Несмотря на это, мы при дальнейшем изложении пользуемся орбитальной моделью ввиду ее наглядности, но в соответствующих местах вносим поправки, вытекающие из волномеханических соображений.

После водородного спектра (§ 58), объяснение которого сыграло исключительную роль в развитии учения о строении атома, следующими по степени сложности следует считать спектры щелочных металлов. Их исследование также привело к фундаментальным открытиям. В частности, именно при исследовании спектров щелочных металлов был открыт электронный спин. В самое последнее время исследование спектра водорода принесло новый результат, отражающий взаимодействие электрона с «вакуумом» (эффект Лэмба).

Спектроскопия привела также к открытию спина атомного ядра, величина которого послужила Д. Д. Иваненко и Гейзенбергу основным аргументом для утверждения, что ядро состоит из протонов и нейтронов и не содержит электронов (§ 86). Открытие комбинационного рассеяния света Г. С. Ландсбергом и Л. И. Мандельштамом (в Москве) и Раманом (в Калькутте) послужило основой для спектроскопического метода исследования структуры сложных молекул.

Совершенно своеобразной областью квантовой оптики явилось учение о фотолуминесценции — свечении под действием света. Труды С. И. Вавилова, А. Н. Теренина и их учеников учение о люминесценции превратилось в обширный раздел оптики, имеющий большое теоретическое и практическое значение.

Такие действия света, как эффект Комптона и фотохимические реакции, представляют, пожалуй, наиболее яркие проявления корпускулярных свойств света.