В опыте, изображённом на рисунке 149, при пропускании солнечного света через призму получался спектр в виде сплошной полосы. В ней были представлены все цвета (т.е. волны всех частот от до Гц), плавно переходящие один в другой. Такой спектр называется сплошным или непрерывным (см. рис. 150, а).

Сплошной спектр характерен для твёрдых и жидких излучающих тел, имеющих температуру порядка нескольких тысяч градусов Цельсия. Сплошной спектр дают также светящиеся газы и пары, если они находятся под очень высоким давлением (т.е. если силы взаимодействия между их молекулами достаточно велики).

Например, сплошной спектр можно увидеть, если направить спектроскоп на свет от раскалённой нити электрической лампы, светящуюся поверхность расплавленного металла, пламя свечи. В этом случае свет излучается мельчайшими раскалёнными твёрдыми частицами (каждая из которых состоит из огромного числа взаимодействующих между собой атомов).

Иной вид имеет спектр, если в качестве источника света использовать светящиеся газы малой плотности. Такие газы обычно состоят из изолированных атомов, т.е. атомов, взаимодействие между которыми пренебрежимо мало. Свечения газа можно добиться, нагрев его до температуры порядка 2000 °С или более высокой.

Например, если внести в пламя спиртовки кусочек поваренной соли (рис. 153), то пламя окрасится в жёлтый цвет, а в спектре, наблюдаемом с помощью спектроскопа, будут видны две близко расположенные жёлтые линии, характерные для спектра паров натрия (рис. 154, а).

Это означает, что под действием высокой температуры молекулы NaCl распались на атомы натрия и хлора. Свечение атомов хлора возбудить гораздо труднее, чем атомов натрия, поэтому в данном опыте линии хлора не видны. Другие химические элементы дают другие наборы отдельных линий определённых длин волн (рис. 154, 6 и в).

Такие спектры называются линейчатыми. Линейчатые спектры получают от газов и паров малой плотности, при которой свет излучается изолированными атомами.

Описанные выше спектры - сплошные и линейчатые - называются спектрами испускания.

Кроме спектров испускания существуют так называемые спектры поглощения. Из всех спектров поглощения будем рассматривать только линейчатые.

Линейчатые спектры поглощения дают газы малой плотности, состоящие из изолированных атомов, когда сквозь них проходит свет от яркого и более горячего (по сравнению с температурой самих газов) источника, дающего непрерывный спектр.

Линейчатый спектр поглощения можно получить, например, если пропустить свет от лампы накаливания через сосуд с парами натрия, температура которых ниже температуры нити лампы накаливания. В этом случае в сплошном спектре света от лампы появится уз­ кая чёрная линия как раз в том месте, где располагается жёлтая линия в спектре испускания натрия (сравните рисунки 154, а и г). Это и будет линейчатый спектр поглощения натрия. Другими словами, линии поглощения атомов натрия точно соответствуют его линиям испускания.

Совпадение частот линий испускания и поглощения можно наблюдать и в спектрах других элементов, например водорода и гелия.

Общий для всех химических элементов закон, согласно которому атомы данного элемента поглощают световые волны тех же самых частот, на которых они излучают, был открыт в середине XIX в. немецким физиком Густавом Кирхгофом.

Спектр атомов каждого химического элемента уникален. Как не бывает двух людей с одинаковым дактилоскопическим узором или двух китов с одинаковой окраской хвостового плавника, так и не существует двух химических элементов, атомы которых излучали бы одинаковый набор спектральных линий (рис. 155).

Благодаря этому стало возможным появление метода спектрального анализа, разработанного в 1859 г. Кирхгофом и его соотечественником, немецким химиком Р. Бунзеном.

Спектральным анализом называется метод определения химического состава вещества по его линейчатому спектру.

Для проведения спектрального анализа исследуемое вещество приводят в состояние атомарного газа (атомизируют) и одновременно с этим возбуждают атомы, т.е. сообщают им дополнительную энергию.

Для атомизации и возбуждения используют высокотемпературные источники света: пламя или электрические разряды. В них помещают образец исследуемого вещества в виде порошка или аэрозоля раствора (т.е. мельчайших капелек раствора, распылённого в воздухе). Затем с помощью спектрографа получают фотографию спектров атомов элементов, входящих в состав данного вещества.

В настоящее время существуют таблицы спектров всех химических элементов. Отыскав в таблице точно такие же спектры, какие были получены при анализе исследуемого образца, узнают, какие химические элементы входят в его состав. Путём сравнения интенсивности линий определяют количество каждого элемента в образце.

Спектральный анализ отличается от химического анализа своей простотой, высокой чувствительностью (например, с его помощью можно обнаружить наличие химического элемента, масса которого в данном образце не превышает), а также возможностью определять химический состав отдалённых тел, например звёзд.

Он используется для контроля состава вещества в металлургии, машиностроении и атомной индустрии. Этот метод применяется также в геологии, археологии, криминалистике и многих других сферах деятельности. В астрономии методом спектрального анализа определяют химический состав атмосфер планет и звёзд, температуру звёзд и магнитную индукцию их полей. По смещению спектральных линий в спектрах галактик была определена их скорость, и на основании этого сделан вывод о расширении нашей Вселенной.