

Энергетические уровни и спектральные линии излучения атомов в магнитном поле расщепляются.

Долгая традиция изучения влияния магнитного поля на свет, испускаемый атомами, восходит к Майклу Фарадею. Сегодня неизбежность существования эффектов подобного влияния кажется нам очевидной, поскольку мы знаем, что электроны и другие атомы обладают *спином*, то есть ведут себя подобно микроскопическим электрически заряженным волчкам, образующим вокруг себя магнитное поле, и, по сути, представляют собой микроскопические магниты ( см. Опыт Штерна—Герлаха). В конце XIX столетия, когда Питер Зееман решил провести серию опытов и проверить, обладают ли атомы магнитными свойствами, всё было, однако, далеко не столь очевидно. Ученый поместил крошечный образец натрия между полюсами регулируемого магнита и стал изучать влияние магнитного поля на спектральные линии излучения атомов натрия ( см. Спектроскопия). Выяснилось, что при усилении магнитного поля спектральные линии в каждой группе частот размываются, то есть в них появляются новые частоты излучения. Так было впервые однозначно подтверждено существование эффекта, который впоследствии будет назван эффектом Зеемана.

Чтобы понять его природу, проще всего обратиться к модели атома Бора и задуматься о том, как именно испускается свет. Электрон совершает квантовый скачок с высшей орбиты на низшую (или, что то же самое, с высшего энергетического уровня на низший), испуская при этом фотон строго определенной частоты, соответствующей разности энергий между двумя энергетическими уровнями. Теперь, если предположить, что электрон в действительности представляет собой микроскопический магнит, а сам атом помещен во внешнее магнитное поле, энергия электрона будет зависеть от полярности его магнитного спина — если магнитное поле электрона на орбите однонаправлено внешнему магнитному полю, он обладает одной энергией, если же оно ориентировано в противоположном направлении, то другой. То есть электроны с противоположным магнитным спином, находящиеся на одной орбитали, будут обладать несколько различающимися энергиями, и каждый энергетический уровень окажется расщеплен на два близких подуровня. Соответственно, там, где раньше имелась единственная возможная энергия квантового перехода между двумя уровнями, теперь имеется четыре возможных энергии перехода. На спектре излучения это должно отразиться таким образом, что вместо одной четко выделенной спектральной линии (частоты излучения) в мощном магнитном поле появятся четыре близко расположенных равноудаленных спектральных линии (частоты).

В первоначальном опыте Зееману не удалось различить эти четыре спектральные линии, поскольку несовершенство спектроскопа и недостаточная мощность магнита приводили к тому, что вместо расщепления наблюдалось простое размытие спектральных линий. Однако позже ученому удалось усовершенствовать аппаратуру и

выявить четыре отдельных спектральных линии на месте одной размытой, как это и предсказывала теория. Для этого потребовалось усилить магнитное поле, и Зееману даже удалось доказать, что расстояние между расщепленными линиями спектра напрямую зависит от напряженности магнитного поля.

Эффект Зеемана впоследствии нашел очень полезное применение в астрономии, поскольку по расщеплению линий в спектре излучения небесных тел можно судить о напряженности их магнитных полей. Например, именно по эффекту Зеемана астрофизикам удалось установить, что пятна на Солнце являются следствием возмущения мощных магнитных полей вблизи его поверхности — солнечных магнитных бурь.