

Отчет по лабораторной работе №2
Эффект Зеемана

Выполнили студенты 430 группы
Сарафанов Ф.Г., Понур К.А., Карусевич А.А., Шиков А.П., Есюнин Д., Есюнин М.,
Сидоров Д.А.

Нижний Новгород, 2018

Содержание

1	Теоретическая часть	2
1.1	Введение	2
1.2	Феноменологический расчет зеемановского расщепления	3
1.3	Квантовая векторная модель атома в приближении $[L - S]$ -связи	3
1.4	Интенсивность зеемановских линий	3
1.5	Классическая модель Зеемана	3
2	Практическая часть	3
2.1	Экспериментальная установка	3
2.2	Ход эксперимента	3

1. Теоретическая часть

1.1. Введение

Согласно квантовой теории излучения энергия атома может принимать лишь дискретные строго определенные значения. Совокупность таких разрешенных значений (уровней энергии) называют **энергетическим спектром атома**. Энергетический спектр атома может быть задан с помощью вполне определенного набора внутренних характеристик атома - его **квантовых чисел**. Наиболее точный смысл каждого квантового числа выясняется при решении **уравнения Шредингера**, в котором квантовые числа определяют **спектр собственных значений**. Мы же введем лишь названия и обозначения, а там, где это возможно, дадим краткую, более или менее наглядную и не слишком строгую, характеристику квантовых чисел атома:

n – **главное квантовое число**, определяющее среднее расстояние электронного облака от ядра;

L – **орбитальное квантовое число**, характеризующее сумму моментов импульса электронов \vec{P}_L , связанных с их вращением вокруг ядра;

S – **спиновое квантовое число**, описывающее сумму собственных моментов импульса электронов \vec{P}_S , не связанных с их вращением вокруг ядра¹;

J – **азимутальное квантовое число**, которому ставится в соответствие полный механический момент электронов в атоме:

$$\vec{P}_J = \vec{P}_L + \vec{P}_S \quad (1)$$

M_J – **магнитное квантовое число**, название которого связано с тем, что энергия атома зависит от M_J лишь при наличии внешнего магнитного поля: $E(n, J, L, S, M_J)$. В отсутствии магнитного поля для всех допустимых значений M_J энергия атома имеет одно и то же значение $E(n, J, L, S, M_J)$ – в этом случае говорят, что имеет место **вырождение** (неоднозначность) состояния атома по квантовому числу M_J . Из элементарной физики известно, что в магнитном поле могут изменить свою энергию лишь системы, имеющие (или приобретающие) **магнитный момент** μ , причем изменение энергии равно:

$$\delta E = -(\vec{\mu} \vec{H}) = -\mu_H H. \quad (2)$$

¹Наличие собственной механического момента (спина) и магнитного момента у покоящегося электрона не имеет удовлетворительного наглядного толкования и должно восприниматься как факт, однозначно следующий из результатов многочисленных экспериментов.

Из сказанного ясно, что квантовое число M_J характеризует проекцию магнитного момента атома μ на направление внешнего магнитного поля \vec{H} .

При переходе атома с более высокого энергетического уровня E_2 на более низкий E_1 , излучается квант электромагнитной энергии (??) с частотой

$$\omega_{1,2} = \frac{E_2 - E_1}{\hbar} \quad (3)$$

где $\hbar = 1.054 * 10^{-27}$ эрг·с – постоянная Планка. Поскольку при наложении внешнего магнитного поля вырождение энергетических состояний E_2 и E_1 по квантовому числу M_J снимается (т.е. происходит расщепление каждого энергетического уровня на несколько подуровней), в спектре излучения мы вместо одной наблюдаем несколько частот (линий) излучения (??). Этот эффект расщепления спектральных линий атомов в магнитном поле и называется **эффектом Зеемана**.

1.2. Феноменологический расчет зеемановского расщепления

1.3. Квантовая векторная модель атома в приближении $[L - S]$ -связи

1.4. Интенсивность зеемановских линий

1.5. Классическая модель Зеемана

2. Практическая часть

2.1. Экспериментальная установка

2.2. Ход эксперимента