

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПЕРВОГО УРОВНЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ АТОМА КРИПТОНА

Полуэктов М.Н.

г. Минусинск, МАОУ «Гимназия №1», II «А» класс

Научные руководители: Тимченко В. В., г. Минусинск, доцент, ХТИ – филиал СФУ,

Маркус Р.Т., г. Минусинск учитель физики, МАОУ «Гимназия №1»

Актуальность. При открытии новых физических закономерностей постоянно происходит переосмысление теории о строении атома. Каждое новое открытие является революционным и продвигает науку на новый виток развития. Актуальность темы обусловлена тем, что понимание внутреннего строения атома объясняет такие свойства вещества, как: излучение и поглощение света, наличие линейчатого спектра излучения и поглощения у атомов вещества, фотоэффект, эффект Комптона и др.

Цель нашего исследования: определить энергию возбуждения атома криптона.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

изучить теоретический материал по строению атома, классический опыт Франка и Герца по столкновению электронов с атомами ртути,

экспериментально определить для атомов криптона энергию первого уровня возбуждения по резонансному напряжению,

рассчитать по экспериментальным данным длину волны фотона, излучаемого атомом криптона,

экспериментально определить длину волны излучаемого фотона и сравнить с расчетным значением.

Теоретическая часть. Становление современной теории строения атома началось с постулатов, выдвинутых Бором (1913 г.). Прямым подтверждением постулатов теории Бора были опыты Франка и Герца по столкновению электронов с атомами ртути, целью которых было наблюдение за энергетическими потерями электронов при столкновении их с атомами ртути. Идея эксперимента заключалась в следующем. Необходимо было разогнать электроны, затем столкнуть их с атомами ртути и определить вид столкновения. Если столкновение электрона и атома упругое, то механическая энергия сохраняется, следовательно, атом не поглощает энергию при столкновении. Если же соударение неупругое, то часть механической энергии переходит во внутреннюю энергию атома. При этом атом возбуждается и внутри него электрон переходит

на более высокий энергетический уровень. Находясь в таком состоянии атом может небольшой промежуток времени. Затем электрон возвращается в исходное состояние на более низкий энергетический уровень, испуская при этом квант определенной энергии. Это именно та энергия, которую получил атом при столкновении с внешним электроном. При этом если энергетические уровни атома дискретны, то кинетическая энергия электронов должна быть не меньше некоторой минимальной величины, способной возбудить атом газа.

Экспериментальная часть. В проведенном мною исследовании идея опыта совпала с классическим опытом Франка и Герца. При этом была использована установка, представленная на Рисунке 1.

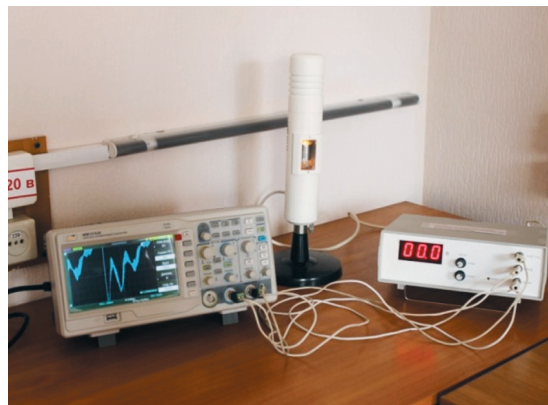


Рис. 1. Экспериментальная установка

В ее состав входят манометрическая лампа ПМИ – 2, заполненная криптоном, измерительное устройство, осциллограф. Принцип действия устройства заключается в следующем. С генератора пилообразного напряжения на лампу подаются импульсы амплитудой примерно 40 В. Кроме того на лампу подается также регулируемое напряжение накала U_n и запирающее напряжение $U_{зап}$, которые обеспечивают нормальный режим работы лампы. Анодный ток лампы I_a устройством измерительным преобразуется в напряжение пропорциональное току и подается на вход осциллографа. На экране осциллографа отображается зависимость I_a от напряжения катод – сетка. Измерительное устройство при этом формирует на экране осциллографа метку, которую можно перемещать по экрану осциллографа при помощи ручек ГРУБО и ТОЧНО. При наведении метки на интересующие точки отображаемого графика, происходит совпадение опорного напряжения и мгновенного пилообразного напряжения, что позволяет измерять напряжение $U_{кс}$ с помощью цифрового измерителя.

Измерительное устройство подает на лампу регулируемое напряжение накала и запирающее напряжение, а на вход осциллографа – напряжение, пропорциональное измеренному анодному току лампы. Таким образом, на экране осциллографа отображается зависимость анодного тока от напряжения между катодом и сеткой.

Экспериментальная установка позволяет измерять первый потенциал возбуждения атома криптона методом Франка и Герца (Рис. 2).

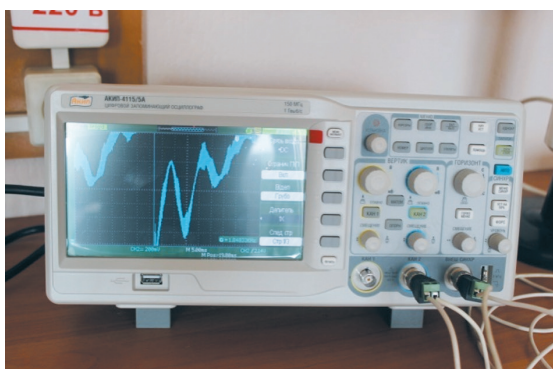


Рис. 2. Зависимость анодного тока от напряжения между катодом и сеткой на экране осциллографа

Мною был измерен первый потенциал возбуждения атомов криптона, заполняющего лампу, как разность ускоряющих напряжений, соответствующих первому и второму спаду анодного тока $\phi_1 = U_2 - U_1$.

Значение, полученное мною в эксперименте $\phi_1 = 10,1$ В.

Для расчета длины волны, соответствующей выделяемому кванту энергии, при переходе электрона из возбужденного состояния в стабильное, мы использовали следующее выражение:

$$E_1 - E_0 = h\nu \text{ или } \phi_1 e = \frac{hc}{\lambda}.$$

Выразим длину волны и получим

$$\lambda = \frac{hc}{\phi_1 e}.$$

Результаты эксперимента представлены в таблицах 1 и 2 и на Рисунке 3.

Таблица 1

Результаты определения потенциала возбуждения атомов криптона

№ п/п	U1, В	U2, В	ΔU , В	ΔE , эВ	ΔE , Дж
1	7,4	18	10,6	10,6	$0,2 \cdot 10^{-17}$
2	7,5	18,1	10,6	10,6	$0,2 \cdot 10^{-17}$
3	7,5	18,2	10,7	10,7	$0,2 \cdot 10^{-17}$
Среднее значение				10,63	

Таблица 2

Результаты эксперимента по градуировке спектроסקопа

Прибор	Цвет линии	λ , нм	x , м
Ртутная лампа			
1	красно – оранжевый	620	8,56
2	желтый	576	8,36
3	зеленый	546	8,02
4	синий	434	7,16
5	фиолетовый	405	6,06

Из градуировочного графика определил, что длина волны, испускаемая криптоном равна $\lambda = 595$ нм.

Заключение. В ходе работы экспериментально определена для атомов криптона энергия первого уровня возбуждения по ре-

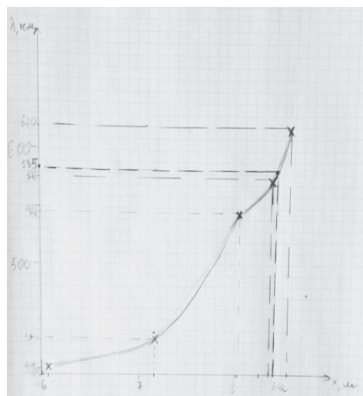


Рис. 3. Градуировочный график спектроскопа для атомов ртути (ртутная лампа)

зональному напряжению, получены результаты определения потенциала возбуждения атомов криптона, проведена градуировка спектроскопа, экспериментально определена длина волны излучаемого. Расчётное значение длины волны практически совпало с табличным данным. Эксперименты показывают, что: а) атом является устойчивой

системой; б) атом излучает при определенных условиях; в) излучение атома имеет линейчатый спектр.

Таким образом, при выполнении работы решены поставленные задачи. Решение задач позволило достигнуть цели – экспериментально определена длина волны излучаемого фотона и проведено сравнение с расчётным значением. Данные, полученные в ходе эксперимента достаточно точны, погрешность допустима.

Список литературы

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 5: Атомная и ядерная физика/ Д.В. Сивухин. – М., 2002.
2. Шпольский Э.В. Атомная физика. Т. 1/ Э.В. Шпольский. – М., 1963.
3. Зисман Г.А. Курс общей физики. Т. 3: Оптика, физика атомов и молекул, физика атомного ядра и микрочастиц/ Г.А. Зисман, О.М. Тодес. – М., 1972.
4. Физический энциклопедический словарь/под ред. А. М. Прохорова. – М., 1983.
5. Варфоломеев Н.М. Лабораторный практикум по физике. Ч. 5: Ядерная физика/ Н.М. Варфоломеев, З.П. Краснова, З.А. Шилина. – Киев, 1965.
6. Опыт франка и герца. URL: : <http://5fan.ru/wievjob.php?id=11291>