



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Брянский государственный технический университет

Кафедра «Общей физики»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № _____

(название лабораторной работы)

Выполнил студент группы _____

(Ф.И.О)

Отметка о допуске: _____

Отметка о защите: _____

Брянск 20 ____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 55

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО СПЕКТРА АТОМОВ ВОДОРОДА

Цель работы: изучение видимой части спектра излучения атомов водорода, приобретение навыков работы с универсальных монохроматором.

Теоретическое введение

Важный шаг в развитии представлений об устройстве атома сделал в 1913 году выдающийся датский физик Н. Бор. Проанализировав всю совокупность опытных фактов, Бор пришел к выводу, что при описании поведения атомных систем следует отказаться от многих представлений классической физики. Он сформулировал постулаты, которым должна удовлетворять новая теория о строении атомов.

Первый постулат Бора (постулат стационарных состояний) гласит: *атомная система может находиться только в особых стационарных состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия E_n . В стационарных состояниях атом не излучает.*

Согласно первому постулату Бора, атом характеризуется системой энергетических уровней, каждый из которых соответствует определенному стационарному состоянию (рис. 1). Механическая энергия электрона, движущегося по замкнутой траектории вокруг положительно заряженного ядра, отрицательна. Поэтому всем стационарным состояниям соответствуют значения энергии $E_n < 0$. При $E_n \geq 0$ электрон удаляется от ядра (ионизация). Величина $|E_1|$ называется энергией ионизации. Состояние с энергией E_1 называется **основным состоянием атома**.

Второй постулат Бора (правило частот) формулируется следующим образом: *при переходе атома из одного стационарного состояния с энергией E_n в другое стационарное состояние с энергией E_m излучается или поглощается квант, энергия которого равна разности энергий стационарных состояний:*

$$h\nu = E_n - E_m$$

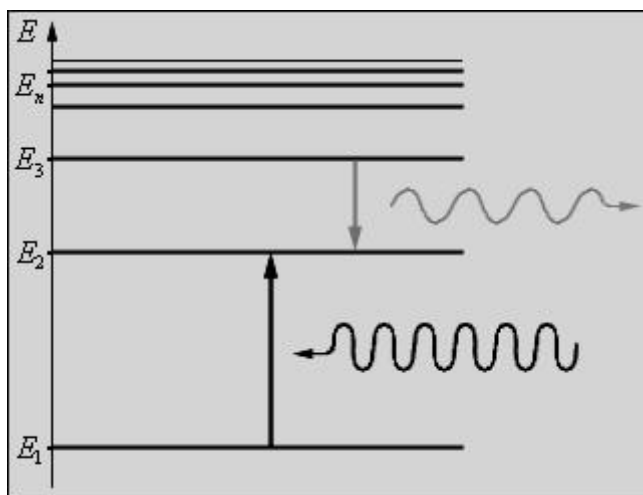


Рисунок 1.

Простейший из атомов, атом водорода содержит единственный электрон. Ядром атома является протон – положительно заряженная частица, заряд которой равен по модулю заряду электрона, а масса в 1836 раз превышает массу электрона. Еще в начале XIX века были открыты дискретные спектральные линии в излучении атома водорода в видимой области (так называемый линейчатый спектр). Впоследствии закономерности, которым подчиняются длины волн (или частоты) линейчатого спектра, были хорошо изучены количественно (И. Бальмер, 1885 г.). Совокупность спектральных линий атома водорода в видимой части спектра была названа серией Бальмера. Позже аналогичные серии спектральных линий были обнаружены в ультрафиолетовой и инфракрасной частях спектра. В 1890 году И. Ридберг получил эмпирическую формулу для частот спектральных линий:

$$\frac{1}{\lambda} = R_{\infty} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (1)$$

где $R_{\infty} = 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ – постоянная Ридберга

Для серии Бальмера $m = 2$, $n = 3, 4, 5, \dots$. Для ультрафиолетовой серии (серия Лаймана) $m = 1$, $n = 2, 3, 4, \dots$ (рис. 2).

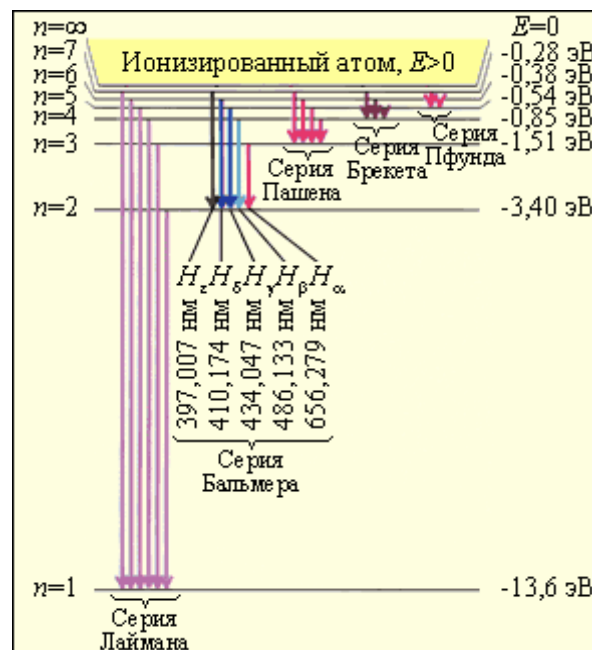


Рисунок 2.

Оптическая схема и принцип действия монохроматора

Для исследования спектров излучения применяется универсальный монохроматор УМ-2, оптическая схема которого представлена на рис. 3. Основными частями монохроматора являются коллиматор 7, дисперсионная призма 8 и зрительная труба 9. Свет от источника 1 попадает на входную щель 5 (рис. 3), ширина её регулируется винтом 1 (рис. 4). На рис. 3 входная щель 5 находится в фокусе объектива коллиматора 7. Вышедший из коллиматора 7 пучок лучей будет параллельным и, пройдя дисперсионную призму 8, дает в поле зрения зрительной трубы 9 картину спектра. В фокусе объектива есть указатель, относительно которого должна устанавливаться излучаемая линия спектра. Установка линии производится поворотом дисперсионной призмы 8 (рис. 3), барабана 2 (рис. 4). На

барабане 2 нанесены градусные деления, обозначенные цифрами через каждые 50° . Цена каждого деления 2° . Если в поле зрения зрительной трубы 9 (рис. 3) монохроматора одинаково резко видны указатель и край цели, то установка монохроматора правильная. В противном случае можно произвести фокусировку поворотом кольца окуляра 11, а затем фокусировку щели 5 (рис.3) винтом 1 (рис.4). Цена деления шкалы винта $0,01\text{ мм}$.

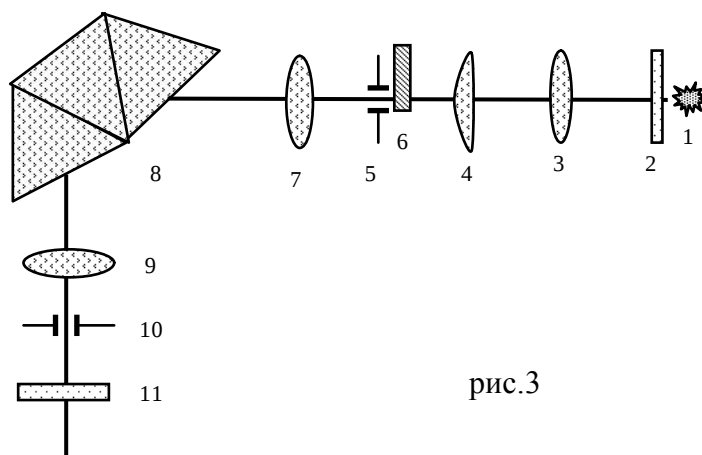


рис.3

- 1- источник света.
- 2- защитное стекло источника света.
- 3- конденсор(фокусирующая линза).
- 4- линза.
- 5- входная щель.
- 6- регулятор ширины щели.
- 7- объектив коллиматора.
- 8- дисперсионная призма.
- 9- объектив зрительной трубы.
- 10- съемная выходная щель (не установлена).
- 11- объектив.

Порядок выполнения работы.

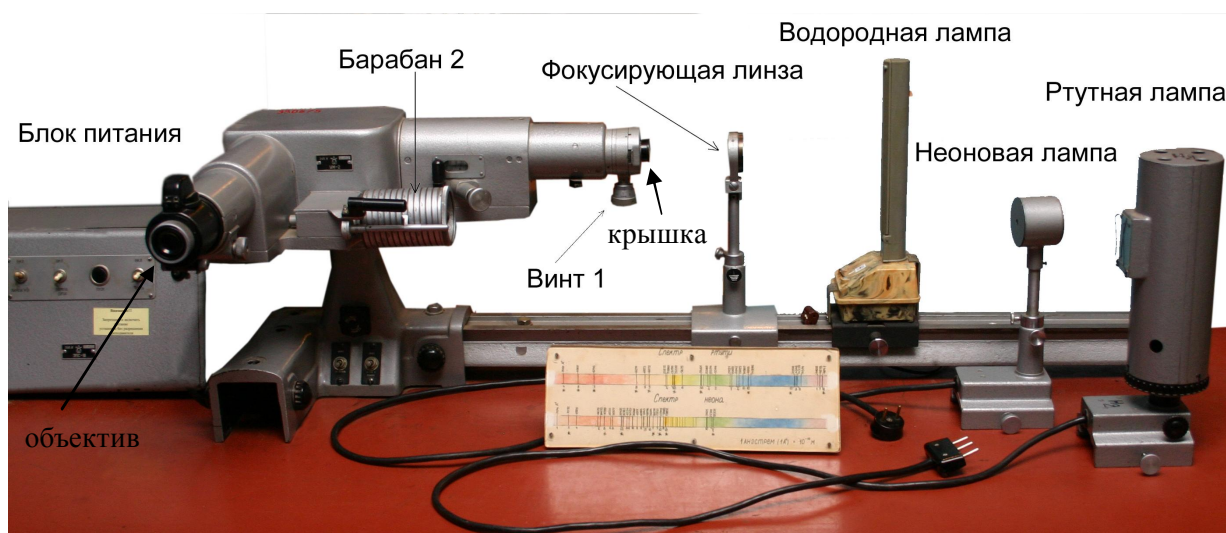


Рисунок 4.

1. Включить в щит вилку блока питания (при этом щит должен быть отключен). С разрешения преподавателя включить щит.
2. На оптическую скамью установить ртутную лампу. Ртутную лампу включают в гнезда с надписью ДРШ в пульт блока питания. На пульте включить переключатель "лампа ДРШ" и «СЕТЬ» и нажать большую черную кнопку «ПУСК». Во время работы ртутной лампы в ней устанавливается давление до 30 атмосфер, поэтому обращаться с ней следует осторожно.
3. Перемещением линзы или ртутной лампы, сфокусировать свет от ртутной лампы на середине крышки.
4. Снять крышку. Глядя в объектив, убедиться в наличии спектральных линий в поле зрения. Ширину спектральных линий можно регулировать небольшим поворотом винта 1 (регулировка щели). Резкость линий спектра регулируется поворотом кольца объектива.
5. Поворачивая измерительный барабан из крайнего положения, последовательно совместить указатель в поле зрения с линиями спектра ртути, помеченными * (смотри рисунок на столе). Записать в таблицу 1 показания по шкале барабана (угол поворота α) и соответствующие им длины волн (указаны на рисунке).
6. Выключить ртутную лампу. Снять со скамьи, берясь руками за подставку т.к. лампа при работе нагревается.
7. На оптическую скамью установить неоновую лампу. Вилку неоновой лампы включить в гнездо с надписью «МН-5» на пульте блока питания, переключатель «сеть» поставить в положение «вкл».
8. Перемещением линзы или лампы, сфокусировать свет от неоновой лампы на середине крышки.
9. Снять крышку. Глядя в объектив, убедиться в наличии спектральных линий в поле зрения. Ширину спектральных линий можно регулировать небольшим поворотом винта 1.
10. Поворачивая измерительный барабан из крайнего положения, последовательно совместить указатель в поле зрения с линиями спектра неона, помеченными * (смотри рисунок на столе). Записать в таблицу 1 показания по шкале барабана (угол поворота α) и соответствующие им длины волн (указаны на рисунке).
11. Выключить неоновую лампу. Снять со скамьи, берясь руками за подставку т.к. лампа при работе нагревается.
12. На оптическую скамью установить водородную лампу. Переключатель "сеть" и «К12» поставить в положение "включено". Повторить пункты 3 и 4 настройки изображения спектральных линий, удерживая нажатой правую черную кнопку.
13. Вращая барабан, последовательно совместить указатель в поле зрения с линиями спектра водорода. Записать в таблицу 2 показания по шкале барабана.
14. Выключить водородную лампу. Отключить питание установки.
15. По данным таблицы 1 построить график зависимости угла поворота барабана α (ось у -вертикальная) от длины волны λ (ось х -горизонтальная)

для измерений с ртутной и неоновой лампами на одних координатных осях, так называемый градуировочный график монохроматора.

16. Используя значения α из таблицы 2 и градуировочный график, определить по графику длины волн в спектре излучения атома водорода. Полученные результаты занести в таблицу 2.

17. Привести в порядок рабочее место.

Рассчитать длины волн серии Бальмера по формуле (1) и сравнить с опытными данными

Таблица 1. (ртуть)

$\alpha, ^\circ$										
$\lambda, \text{\AA}$										
(неон)										
$\alpha, ^\circ$										
$\lambda, \text{\AA}$										

Таблица 2. (водород)

цвет				
$\alpha, ^\circ$				
$\lambda, \text{\AA}$				

Контрольные вопросы .

1. Сформулировать постулаты Бора.
2. Каким образом переводиться в возбужденное состояние атом в данной лабораторной работе?
3. Какие квантовые числа характеризуют состояние электрона в атоме водорода?
4. Какие физические величины соответствуют квантовым числам?
5. Найдите длину волны излучения, соответствующего границе серии Бальмера R_∞ .
6. Что такое энергия ионизации?

Список рекомендуемой литературы.

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц.- М.: Наука. 1972. С.46-59,93.
2. Яворский Б.М. Детлаф А.А. Курс физики. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Высш. шк. 1972. С.289-313.