

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
имени М. В. Ломоносова

---

**Физический факультет**  
кафедра общей физики и физики конденсированного состояния

**Методическая разработка**  
по общему физическому практикуму

**Лаб. работа № 81**

**ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРОВ ИСПУСКАНИЯ АТОМОВ**

Описание составил доц. Белов Д.В.

Москва 2012 г.

# ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРОВ ИСПУСКАНИЯ АТОМОВ

**Целью задачи** является изучение спектров испускания вещества в атомарном состоянии. При подготовке к выполнению задачи необходимо изучить теоретический материал, изложенный в цитированной литературе и ознакомиться с настоящим описанием.

## Краткое описание экспериментальной установки

Установка ЛКК-1 показана на рис. 1 (вид спереди), рис. 2 (вид сверху) и рис. 3 (оптическая схема). (Цифровые обозначения элементов схемы одинаковы

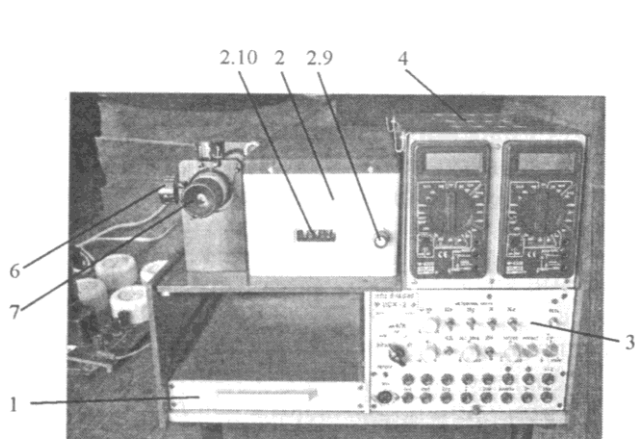


Рис 1

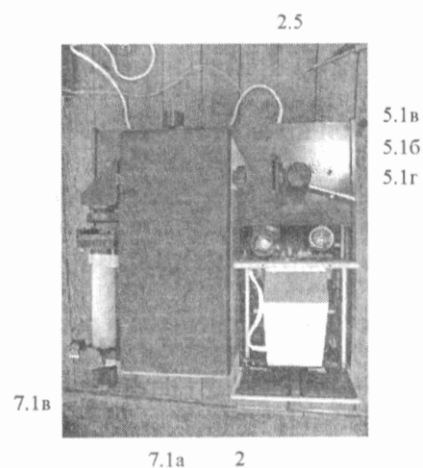


Рис 2

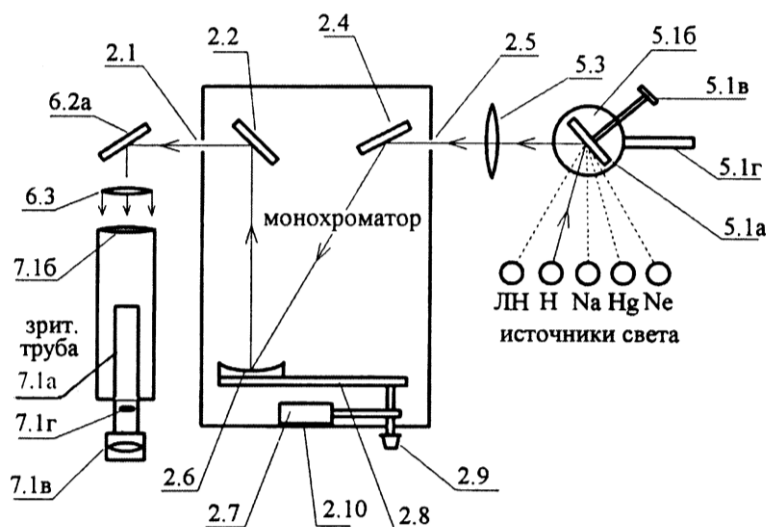


Рис. 3

для всех трёх рисунков и соответствуют техническому описанию.) В каркасе 1 размещена измерительная система ИСК-2, панель которой 3 приведена на рис. 4, и ящики 1 для хранения объектов и приспособлений. На крышке каркаса установлены основные узлы установки монохроматора 2, блок источников света

4, входная оптика 5, выходная оптика 6, зрительная труба 7. Других узлов установки, не используемых в данной задаче, мы не касаемся.

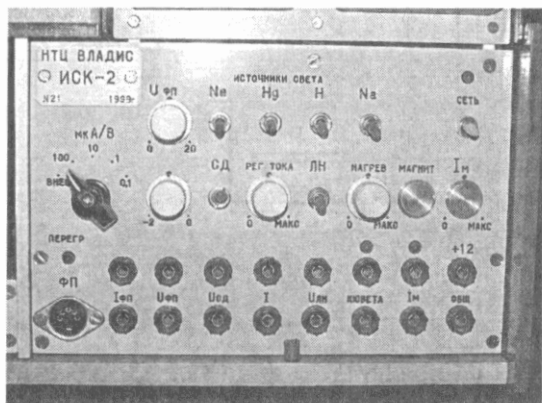


Рис. 4

Как показано на рис. 3, излучение от выбранного источника света (лампы накаливания «ЛН» или других ламп: водородной «Н», натриевой «Na», ртутной «Hg» или неоновой «Ne»), который включается поднятием соответствующей ручки на панели ИСК-2, направляется при помощи зеркала 5.1 а на входную щель 2.5 монохроматора. Отразившись от зеркала 2.4, световой поток падает на сферическую отражательную

дифракционную решётку 2.6, которая разлагает его в спектр и фокусирует последний в плоскости выходной щели 2.1 монохроматора. Специальные механизмы 2.7 и 2.8 позволяют, вращая решётку ручкой 2.9, направить на выходную щель 2.1 монохроматора нужную линию спектра, длина волны которой регистрируется по шкале монохроматора 2.10. Шкала имеет три барабана, показывающих значение длины волны в нанометрах. Правый барабан имеет дополнительную шкалу с ценой деления 0,2 нм, отсчёт по которой производится по горизонтальной визирной линии (рис. 5). Выходная щель монохроматора 2.1 находится в фокусе собирающей линзы 6.3, после прохождения которой параллельный пучок лучей падает на объектив 7.16 зрительной трубы, образуя в его фокальной плоскости изображение наблюдаемой линии спектра. В этой же плоскости находится визирный крест 7.1 г, который вместе с исследуемой линией наблюдается через окуляр 7.1 в.

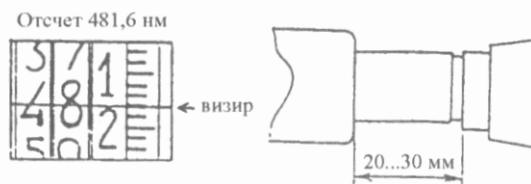


Рис. 5

Рис. 6

## Подготовка установки к измерениям

Убедившись, что ручки включения всех четырёх ламп (на рис. 4 вверху) опущены, подключают кабель питания в сеть 220 В и включают установку тумблером «СЕТЬ-ВКЛ». Поднимая рукоятку «ЛН» на панели ИСК-2 (рис. 4), включают лампу накаливания. Ручкой «РЕГ. ТОКА» устанавливается максимальный ток. Поворачивая стойку 5.16 горизонтальной рукояткой 5.1 г и варьируя наклон зеркала с помощью винта 5.1 в (рис. 2), направляют световой поток на окно монохроматора 2.5, добиваясь, чтобы светлое пятно находилось в его центре. Ручкой 2.9 (рис. 1) устанавливают на шкале монохроматора длину волны 600 нм. Убедившись, что расстояние между торцом внешнего цилиндра и

выступающим из него концом внутреннего цилиндрического корпуса зрительной трубы приблизительно равно 2-3 см (см. рис. 6), глядя в трубу и вращая стойку 5.16 рукояткой 5.1 г, добиваются максимальной интенсивности оранжевого свечения. Поворачивая окуляр трубы 7.1 в, получают резкое изображение визирного креста; в этом положении окуляр остаётся на протяжении всей работы.

## Упражнение 1 ПРОВЕРКА ГРАДУИРОВКИ ШКАЛЫ ДЛИН ВОЛН

Поднимая ручку «Ne» на панели ИСК-2, включают неоновую лампу. В верхней строке приводимой ниже таблицы даны значения  $\lambda_{табл}$  длин волн спектральных линий неоновой лампы, надёжно установленные из точных экспериментов. Измеряют по шкале монохроматора длины волн  $\lambda_{изм}$  этих линий, занося их значения в нижнюю строку таблицы 1:

$\lambda_{табл}$			
$\lambda_{изм}$			

Если  $\lambda_{изм}$  и  $\lambda_{табл}$  различаются более чем на 0,2 нм, причём в одну сторону (например, все  $\lambda_{табл}$  больше соответствующих  $\lambda_{изм}$ ), то это свидетельствует о систематической погрешности отсчётного устройства и при измерении длин волн в последующих упражнениях следует внести соответствующие коррективы.

## Упражнение 2 ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРА ИСПУСКАНИЯ АТОМАРНОГО ВОДОРОДА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ РИДБЕРГА

Из формулы для частот излучения атома водорода  $\nu = cR (1/n^2 - 1/m^2)$  для линий серии Бальмера ( $n = 2, m = 2, 3, 4 \dots$ ), используя соотношение между частотой и длиной волны  $\nu = c/\lambda$ , получаем следующую формулу для константы Ридберга  $R$ :

$$R = \frac{1}{\lambda_m \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{m^2} \right)}. \quad (1)$$

Экспериментальная часть заключается в измерении длин волн красной, синей и фиолетовой линий серий Бальмера. Поднятием рукоятки «H» на панели ИСК-2 (рис. 4) включается газоразрядная лампа, наполненная атомарным водородом (лампа разгорается в течение 1-2 минут). На входе монохроматора 2.5 ставят щель шириной 1,0 мм, располагая её в пазу так, чтобы одинарная риска на её оправе была обращена «от монохроматора». На шкале монохроматора ручкой 2.9 устанавливают значение длины волны не менее 670 нм и начинают, глядя в окуляр трубы, вращать ручку в сторону уменьшения длины волны – в поле зрения поочерёдно появляются красная, синяя и фиолетовая линии спектра водорода. Добившись максимально чёткого изображения этих линий перемещением вперёд-

назад внутреннего цилиндра корпуса трубы 7.1 а, регистрируют их длины волн  $\lambda_{кр}$ ,  $\lambda_c$ ,  $\lambda_\phi$  по шкале, совмещая середину наблюдаемой линии с вертикальной линией визирного креста. Если в упр. 1 выявлена систематическая погрешность шкалы монохроматора, превышающая 0,2 нм, то к измеренным значениям длин волн добавляют (или, соответственно, вычитают) разность  $|\lambda_{изм} - \lambda_{табл}|$  из табл. 1, взятую в области спектра, где лежит рассматриваемая линия.

По измеренным значениям длин волн вычисляют постоянную Ридберга, подставляя в формулу (1) значения  $m=3$  для  $\lambda_{кр}$ ,  $m=4$  для  $\lambda_c$  и  $m=5$  для  $\lambda_\phi$ . Находят среднее значение  $R$ , оценивают погрешность и приводят окончательный результат, сопоставляя его с теоретическим значением  $R = 109737,2 \text{ см}^{-1}$ .

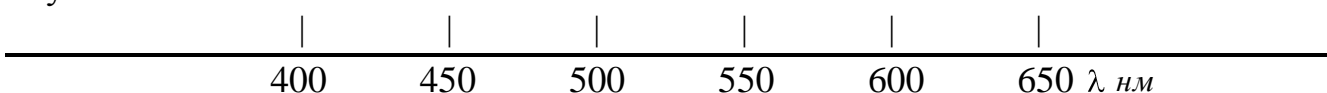
### Упражнение 3

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ ИСПУСКАНИЯ ПАРОВ РТУТИ И НАТРИЯ

Поднимая рукоятку «Na» на панели ИСК-2, включают натриевую лампу (разгорается в течение 3-5 минут). Измеряют длины волн дублетов (пар близких линий) в диапазоне длин волн 600-550 нм. Заменяют натриевую лампу на ртутную, поднимая рукоятку «Hg» (лампа разгорается в течение 3-5 минут) и измеряют длины волн линий спектра в диапазоне длин волн 600-400 нм. В обоих случаях при необходимости вносят коррективы, связанные с систематической погрешностью шкалы монохроматора.

Изображают вертикальными чёрточками с соблюдением масштаба линии спектров испускания водорода, натрия и ртути (желательно в цвете):

Водород  
Натрий  
Ртуть



### ЛИТЕРАТУРА

1. Общий физический практикум для студентов естественных факультетов. Вып. VIII. «Взаимодействие света с веществом». МГУ. 1985. Гл. XXI. §§1-4.