

Лабораторная работа 8 (4.4)

ГРАДУИРОВКА ШКАЛЫ СТИЛОСКОПА И ИЗУЧЕНИЕ

СПЕКТРОВ ИСПУСКАНИЯ ГАЗОВ

Ц е л ь р а б о т ы – изучение спектров испускания газов.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Излучение атомов света происходит за счет изменения энергии, обусловленной взаимным расположением ядра атома и окружающих его электронов. Н.Бор сформулировал ограничения, накладываемые на возможные состояния электронов в атоме водорода. Это было связано с невозможностью классического обоснования ядерной модели атома, а также со спектральными закономерностями в атоме водорода и квантовой структурой излучения.

Постулаты Бора

1. Существуют некоторые стационарные состояния атома, находясь в которых он не излучает энергию.

2. В стационарном состоянии атома электрон, двигаясь по круговой орбите, должен иметь квантованные значения момента импульса, удовлетворяющие условию

$$\mathcal{L}_n = m v_n r_n = n \hbar,$$

где $n = 1, 2, 3, \dots$; m – масса электрона; v – скорость электрона на n -й орбите; r_n – радиус орбиты электрона;

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с},$$

где h – постоянная Планка.

3. При переходе атома из одного стационарного состояния в другое испускается или поглощается один квант энергии.

Излучение происходит при переходе атома из состояния с большей энергией в состояние с меньшей энергией (пунктирные линии на рис. I.). Поглощение энергии сопровождается переходом атома в состояние с большей энергией (сплошные линии на рис. I.). На рис. I. приведена схема энергетических уровней атома водорода. На этой схеме за начало отсчета принята энергия атома в основном состоянии (при $n = 1$).

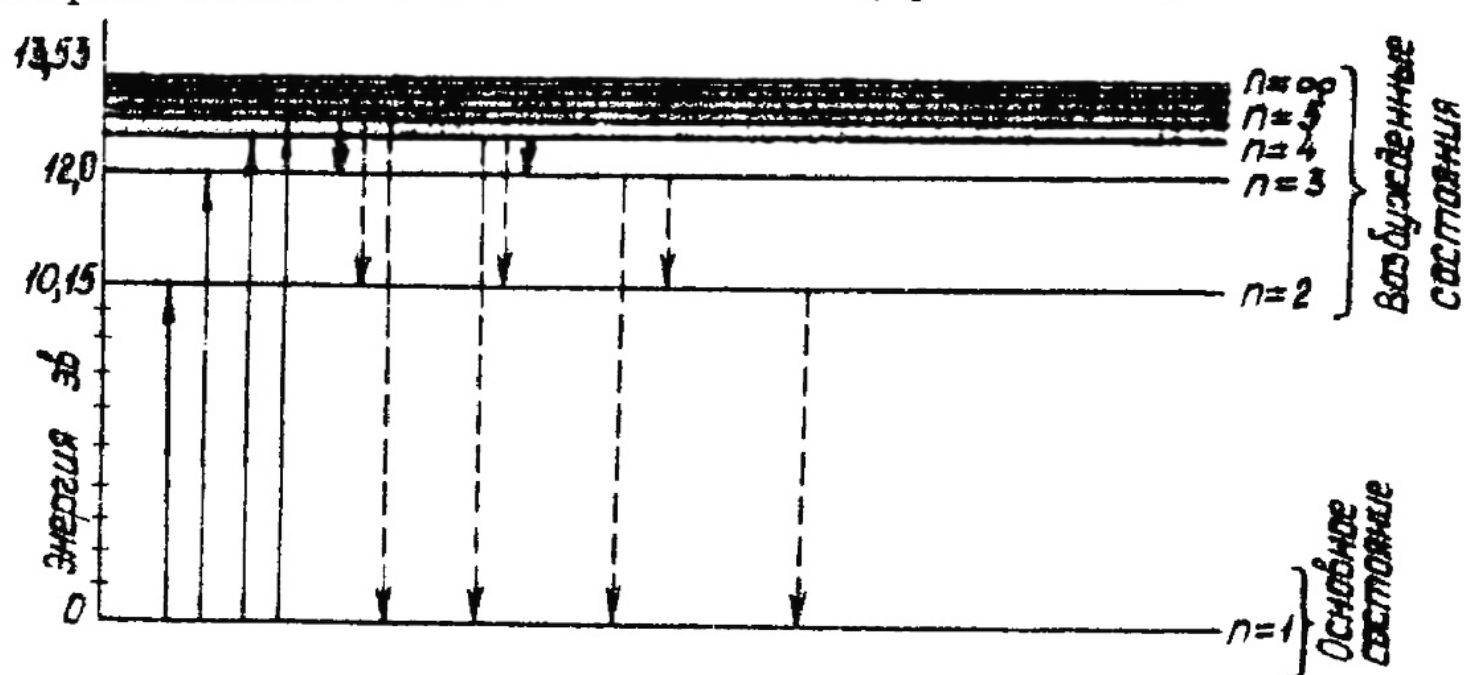


Рис. I

Для того, чтобы атом мог перейти в состояние с большей энергией, необходимо его возбудить: сообщить ему извне энергию, достаточную для такого перехода. Возбужденное состояние атома неустойчиво и через весьма малый промежуток времени (10^{-8}) атом возвращается в первоначальное или какое-либо промежуточное возбужденное состояние (рис. I, пунктирные линии) и при этом излучает энергию в виде светового кванта. Частота излученной или поглощенной электромагнитной волны связана с изменением энергии атома:

$$h\nu = W_n - W_m = \Delta W$$

или

$$\nu = \frac{W_n}{h} - \frac{W_m}{h},$$

где ν — частота электромагнитной волны; W_m и W_n — энергии стационарных состояний атома; ΔW — изменение энергии атома.

При $W_n > W_m$ происходит излучение кванта; при $W_n < W_m$ — поглощение.

Так как длина волны излучаемого света связана с частотой $\lambda \nu = c$, то $\lambda = \frac{ch}{W_n - W_m}$, где λ — скорость света в вакууме.

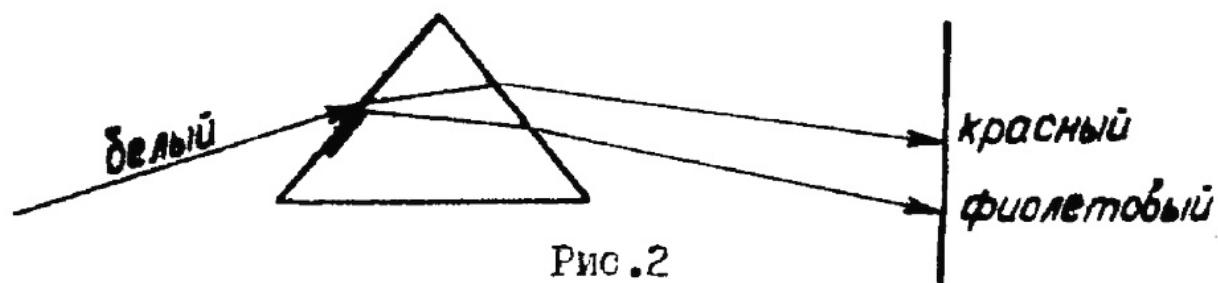
Когда электромагнитные волны излучаются огромным количеством атомов, в каждый момент времени осуществляются все возможные переходы (см. рис. I.) и происходит излучение света всех возможных частот. Таким образом источник излучает весь характерный для его атомов набор волн — спектр. Вид спектра зависит от состояния вещества (фазового состояния, плотности, температуры и т.д.).

Линейчатые спектры испускаются одноатомными газами: (Ne , He), парами некоторых металлов. Линейчатые спектры различаются числом, местом расположения и интенсивностью линий и характеризуют явления, происходящие внутри атома.

Полосатые спектры характерны для молекулярных газов. Эти спектры, излучаемые возбужденными молекулами, состоят из отдельных полос, четких с одного края и размытых — с другого. Полосы представляют собой множество очень близких линий, группирующихся на отдельных участках спектра.

Сплошные спектры характерны для нагретых жидкостей, твердых тел и газов под большим давлением. Сплошной, или непрерывный, спектр имеет вид цветной полосы с непрерывным переходом одного спектрального цвета в другой. К сплошным спектрам относится и спектр Солнца.

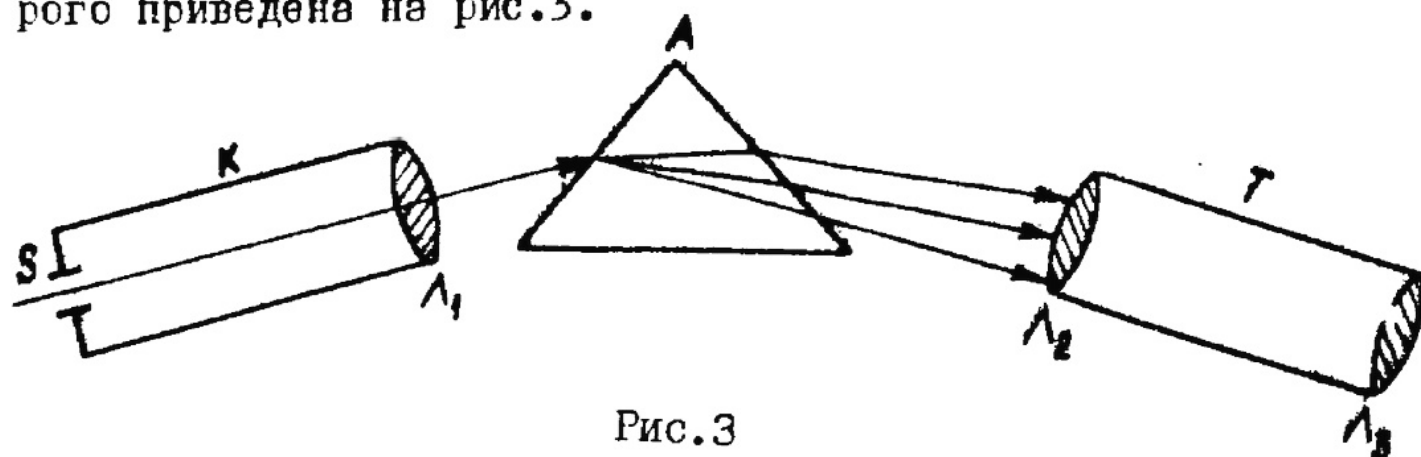
Одним из методов наблюдения спектров является метод, основанный на явлении дисперсии света. Пучок параллельных лучей, пропущенных через узкую щель, попадая на трехгранную призму, изготовленную из прозрачного вещества, диспергирует, т.е. разлагается на ряд монохроматических (одноцветных) лучей и на экране, установленном за призмой, наблюдается цветное изображение щели — дисперсионный спектр (рис.2).



ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ И МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ

П р и б о р ы и п р и н а д л е ж н о с т и: стилоскоп; люминесцентная лампа с парами ртути; газоразрядные лампы с исследуемым газом.

Для качественного исследования видимой части спектра служит различного типа спектроscopy. В этой работе применяется наиболее простой из них — стилоскоп, принципиальная схема которого приведена на рис.3.



Стилоскоп состоит из трех основных частей: коллиматора — К; призмы А и зрительной трубы Т. Щель коллиматора находится в фокусе линзы L_1 , поэтому исследуемый свет после прохождения через щель и коллиматорную трубу падает на призму А параллельно пучкам. Свет, прошедший через призму, собирается объективом L_2 зрительной трубы. В фокальной плоско-

сти линзы L_2 образуется дисперсионный спектр.

Этот спектр рассматривается через окуляр L_3 зрительной трубы, играющей роль луны.

Дисперсионный спектр нелинейный: угол отклонения призмой лучей монохроматического света не пропорционален ни длине волны этого света, ни его частоте. Поэтому дисперсионные спектральные приборы необходимо градуировать с помощью эталонных источников света, имеющих линейчатый спектр.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

I. Для градуировки стилоскопа

1) включить ртутную лампу;

2) установить стилоскоп на расстоянии 1-2 см от лампы;

3) наблюдая спектр ртути и осторожно перемещая окуляр, привести указатель окуляра стилоскопа в совпадение с первой, хорошо различимой линией, например, фиолетовой, и сделать отсчет по миллиметровой шкале. Затем, перемещая окуляр, перевести указатель на следующую хорошо видимую линию и опять сделать отсчет по шкале и т.д. Результаты измерений занести в таблицу, предварительно записав в нее известные длины волн спектра, по которому ведется градуировка. Длины волн спектра ртути выписать из таблицы;

4) построить график градуировки, откладывая на миллиметровой бумаге по оси абсцисс показания шкалы, а по оси ординат — длины волн;

5) по этому графику можно определить длину любой неизвестной линии в другом каком-либо спектре, если известно ее положение по миллиметровой шкале стилоскопа.

П. для определения длины волн спектра некоторого газа

1)установить лампу с неизвестным газом вблизи (1-2 см)

от щели коллиматора,включить ее и наблюдать в стилоскопе спектр газа;

2)совмещая указатель окуляра с линиями спектра,определить положение по миллиметровой шкале стилоскопа этих линий спектра;показания шкалы занести в таблицу;

3)пользуясь кривой градуировки стилоскопа,построенной ранее,определить длины волн линий спектра неизвестного газа. Для этого нанести на ось X показание по миллиметровой шкале и из этой точки восстановить перпендикуляр до пересечения с градуировочной кривой. Опуская из точки пересечения перпендикуляр на ось Y найти соответствующее значение длины волны спектра неизвестного газа;

4)найденное значение длины волны записать в таблицу;

5)сличить найденное значение длин волн неизвестного газа с таблицами спектров различных веществ и определить неизвестный газ (качественный анализ).

Контрольные вопросы

1. Чем отличается дисперсионный спектр от дифракционного?
2. Какими способами можно перевести атом в возбуждённое состояние?
3. Чем отличаются спектр испускания от спектра поглощения?
4. Каким набором частот характеризуется спектр излучения атома водорода по теории Н. Бора?