

Электроны, имеющие одинаковое значение главного квантового числа n , образуют оболочку. Оболочки обозначаются заглавными буквами латинского алфавита в соответствии с табл.11.1.

Таблица 11.1

| | | | | |
|----------------------|---|---|---|---|
| n | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Обозначение оболочки | K | L | M | N |

Электроны, имеющие одинаковое значение орбитального квантового числа l , образуют подоболочку, которые обозначаются согласно табл.11.2.

Таблица 11.2

| | | | | |
|-------------------------|---|---|---|---|
| l | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Обозначение подоболочки | s | p | d | f |

Число состояний электрона в подоболочке l равно $2(2l + 1)$; число состояний в оболочке n составляет $2n^2$.

По мере возрастания числа электронов в атомах последовательно заполняются оболочки и подоболочки атома согласно формулам (11.16)–(11.19).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 127

Определение постоянной Планка

Цель работы: по спектру поглощения двухромовокислого калия рассчитать значение постоянной Планка.

Методика измерений

При пропускании света через большинство жидкостей в спектрах имеются полосы поглощения.

Если раствор двухромовокислого калия $K_2Cr_2O_7$ освещать светом, то при поглощении света раствором происходит распад иона Cr_2O_7 . Распад происходит, если иону Cr_2O_7 сообщается энергия не менее $3,97 \cdot 10^{-19}$ Дж. Следовательно, поглощаются фотоны, энергия которых $\varepsilon = h\nu$ больше или равна приведенного граничного значения

$$h\nu \geq 3,97 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.} \quad (11.20)$$

Используя связь частоты фотона ν с длиной волны λ

$$\nu = \frac{c}{\lambda}, \quad (11.21)$$

где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме, получаем

$$\frac{hc}{\lambda} \geq 3,97 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}. \quad (11.22)$$

Граничное (максимальное) значение длины волны поглощенного света $\lambda_{\text{гр}}$ может быть найдено по спектру поглощения раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. По этому значению из формулы (11.22) может быть экспериментально определена постоянная Планка

$$h = \frac{3,97 \cdot 10^{-19}}{c} \lambda_{\text{гр}} \quad [\text{Дж} \cdot \text{с}] \quad (11.23)$$

Экспериментальная установка

Для экспериментального определения постоянной Планка предназначена экспериментальная установка, общий вид которой приведен на рис.11.2.

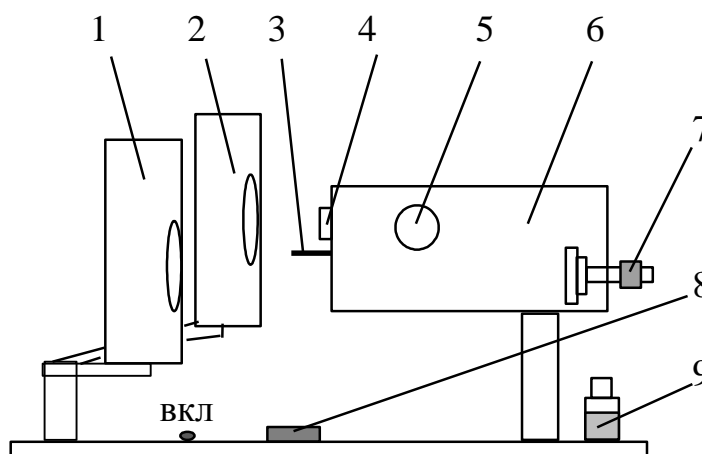


Рис. 11.2

В установку входят две лампы: ртутно–кварцевая 1 и обычная лампа накаливания 2, которые зажигаются переключателем 8. Лампы могут поочередно устанавливаться перед коллиматорной трубой 4 спектроскопа 6 с помощью поворотного кронштейна.

Ртутная лампа 1 предназначена для градуировки шкалы спектроскопа. С помощью лампы накаливания 2 изучают спектр поглощения раствора двухромового калия 9.

Оптическая схема спектроскопа показана на рис.11.3.

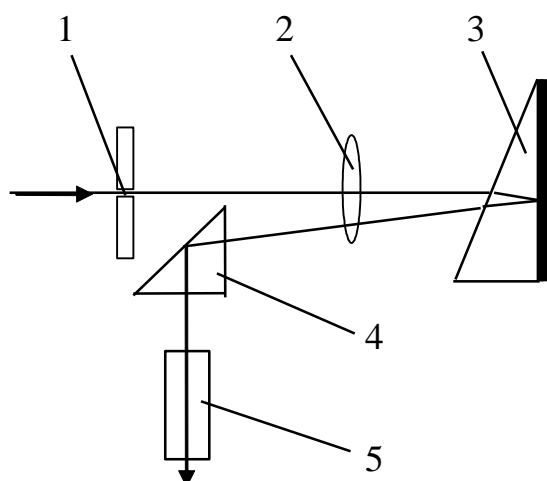


Рис. 11.3

Свет от лампы входит в спектроскоп через щель 1 коллиматорной трубы, установленной в фокальной плоскости объектива 2. Проходя через объектив 2 свет параллельным пучком падает на призму 3, где происходит явление дисперсии, т.е. свет разлагается в спектр.

Отражаясь от посеребренной грани призмы 3 пучок света проходит снова объектив 2 и поворачивается в окуляр 5 с помощью призмы полного внутреннего отражения 4. Призму 3 можно поворачивать микрометрическим винтом, тем самым направляя в поле зрения окуляра различные участки спектра.

Спектр наблюдают через окуляр 5 спектроскопа (см. рис.11.2), с помощью микрометрического винта 7 помещая в поле зрения последовательно различные участки спектра.

Градуировку спектроскопа проводят следующим образом. В ртутной лампе под действием электрического разряда происходит свечение разреженных паров ртути. Это свечение имеет линейчатый спектр линий различного цвета, как показано на рис.11.4.

Обозначение линий на рисунке соответствует их цвету: ж – желтая, з – зеленая, г – голубая, с – синяя, ф – фиолетовая. $1\text{\AA} = 10^{-10}\text{ м}$.



Рис. 11.4

Совмещая поочередно с визирной линией в окуляре линии спектра от ртутной лампы, по известным длинам волн можно построить градуировочный график зависимости длин волн λ спектра от соответствующих им делений шкалы микрометрического винта n , как это показано на рис.11.5.

Затем, пропуская свет от лампы накаливания через раствор двуххромовокислого калия, фиксируют деление шкалы микрометрического винта, соответствующее границе поглощения, и по графику рис.11.7 определяют граничную длину волны спектра поглощения двуххромовокислого калия.

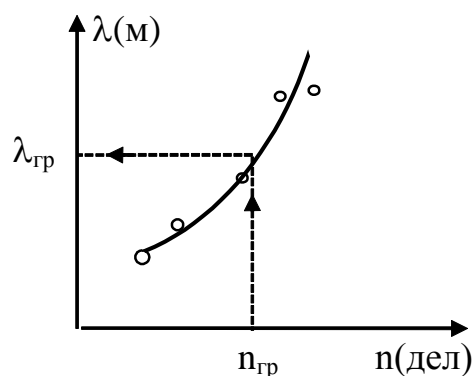


Рис. 11.5

Порядок выполнения работы

1. Включить установку в сеть (220В) и зажечь ртутную лампу переключателем 8 (рис.11.2).
2. Направить свет лампы на щель коллиматорной трубы 4 спектроскопа и установить окуляр 5 так, чтобы четко видеть спектр ртутных паров.
3. Совмещая при помощи микрометрического винта визирную линию окуляра поочередно с различными спектральными линиями, записать в табл.11.3 цвет спектральных линий и соответствующие им деления n на шкале винта.

Таблица 11.3

| № п.п | цвет линии | n мм | λ м |
|----------|---------------|-----------|----------------|
| 1 | фиолетовый | | |
| 2 | синий | | |
| 3 | голубой | | |
| 4 | зеленый | | |
| 5 | желтый | | |

4. По рис.11.4 определить и записать в табл.11.3 длины волн наблюдаемых спектральных линий.
5. Построить градуировочную кривую (см.рис.11.5), откладывая по оси ординат длины волн λ спектральных линий, а по оси абсцисс — соответствующие им деления шкалы микрометрического винта n .
6. Выключить ртутную лампу и зажечь лампу накаливания.
7. С помощью поворотного кронштейна установить лампу накаливания напротив щели спектроскопа.

8. Наблюдая сплошной спектр лампы накаливания, поместить на полочку 3 (рис.11.2) флакон с двуххромовокислым калием 9. Установить визирную линию на границу поглощения (зеленый цвет) и записать деление $n_{гр}$ шкалы микрометрического винта, соответствующее граничной длине волны $\lambda_{гр}$, с которой начинается поглощение.

9. Выключить установку из сети.

10. По градуировочному графику определить значение $\lambda_{гр}$ и по формуле (11.23) вычислить постоянную Планка.

11. Рассчитать относительное отклонение полученной величины по формуле:

$$\delta = \frac{|h - h_{теор}|}{h_{теор}} \cdot 100\% .$$

Контрольные вопросы

1. Для какой цели в работе служат ртутная лампа и лампа накаливания?
2. Почему при пропускании света через раствор двуххромовокислого калия в спектре исчезают длины волн от зеленого до фиолетового цвета, а не красного или желтого?
3. Зачем в работе строят градуировочный график?

Вопросы по разделу 11

1. Основные положения теории Бора.
2. В чем заключается правило квантования орбит по Бору?
3. Написать систему уравнений, необходимую для расчета параметров электрона в атоме по теории Бора.
4. Получить выражения для скорости и радиуса орбиты электрона в атоме по теории Бора.
5. Спектр атома водорода. Изобразить энергетическую схему.
6. Виды спектров излучения и поглощения.
7. Уравнение Шредингера для атома водорода, статистический смысл волновой функции.
8. Квантование энергии, момента импульса и проекции момента импульса электрона в атоме.
9. Квантовые числа электрона в атоме и их возможные значения.
10. Принцип запрета Паули.
11. Многоэлектронные атомы, заполнение оболочек и подоболочек.