

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Филиал государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Московский энергетический институт
(технический университет)»
в г. Волжском

Кафедра Механики и материаловедения

В.П. Мельников
М.И. Дмитрук

**ИЗУЧЕНИЕ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИН ВОЛН
ЛИНИЙ РТУТИ**

Методические указания к выполнению лабораторной
работы № 34 по курсу «Физика»

ВОЛЖСКИЙ 2006

УДК 532
Л 125

Рецензент:

И.М. Петухов – канд. техн. наук, доцент кафедры ТЭС
филиала ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

Изучение дифракционной решетки и определение длин волн линий ртути:
Методические указания к выполнению лабораторной работы № 34 по курсу
«Физика» / Сост. Мельников В.П., Дмитрук М.И. – Волжский: Филиал ГОУВПО
«МЭИ (ТУ)» в г. Волжском, 2006. – 6 с.

При выполнении лабораторных работ студенты изучают явление дифракции при прохождении света через дифракционную решётку, определяют длины волн спектра ртути.

Работа предназначена для студентов 2 курса дневной и вечерней формы обучения всех специальностей.

УДК 532
Л 125

© Мельников В.П., 2006.
© Дмитрук М.И., 2006.
© Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)»
в г. Волжском, 2006.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение дифракции Фраунгофера на решётке, определение периода решётки и измерение длин волн спектра ртути.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Дифракцией называется явление отклонения направления света от прямолинейности при распространении в среде с резко выраженными неоднородностями. Такими неоднородностями могут быть узкие щели, маленькие отверстия, тонкие препятствия. Размеры этих неоднородностей должны быть соизмеримы с длиной волны λ .

В данной работе рассматривается дифракция света, вызываемая действием дифракционной решётки. *Дифракционная решётка* представляет собой совокупность большого числа одинаковых, близко расположенных щелей. Расстояние d между серединами соседних щелей называется периодом решётки:

$$d = a + b,$$

где a – ширина каждой щели;

b – ширина непрозрачного промежутка между щелями.

Если на такую решётку нормально падает плоская монохроматическая волна, то на бесконечности или в фокальной плоскости линзы L (рис. 1) будет наблюдаться дифракционная картина с распределением интенсивности, представленным на рис. 2 (сплошная кривая). Пунктирной линией на рис. 2 показано распределение интенсивности в дифракционной картине от одной щели. На месте дифракционного максимума в картине от одной щели теперь наблюдается ряд интенсивных максимумов (главных) и дополнительных слабых максимумов (побочных). Между главными и побочными максимумами расположены побочные минимумы. При большом числе щелей побочные максимумы практически не видны.

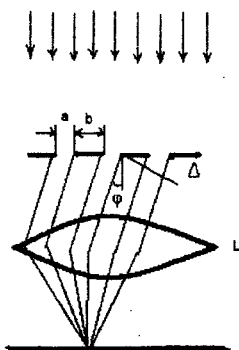


Рис. 1

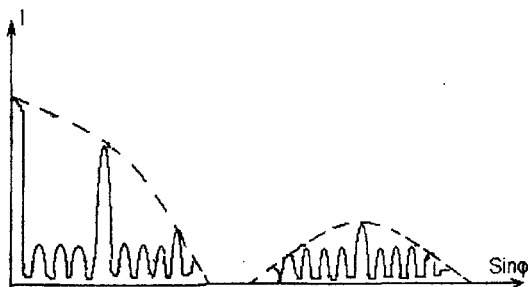


Рис. 2

Как видно из рис. 1, разность хода волн от двух соседних щелей

$$\Delta = d \sin \varphi.$$

Условие главных максимумов для дифракционной решётки выражается соотношением:

$$d \sin \varphi = m \lambda, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (1)$$

Число m в уравнении (1) называется *порядком дифракционного максимума*.

Если на решётку падает свет, содержащий ряд спектральных компонент, то, в соответствии с формулой (1), главные максимумы для разных компонент образуются под разными углами: решётка разлагает свет в спектр. Характеристиками решётки как спектрального прибора являются угловая дисперсия и разрешающая способность.

Дисперсия D определяется как *угловое расстояние между двумя спектральными линиями, отличающимися по длинам волн на единицу*, то есть:

$$D = \delta\varphi/\delta\lambda.$$

Разрешающей способностью называется величина

$$R = \lambda/\delta\lambda,$$

где $\delta\lambda$ – минимальный интервал длин волн, при котором две линии с длинами волн λ и $(\lambda + \delta\lambda)$ ещё разрешимы, то есть, видны раздельно. По критерию Рэля две близкие линии считаются ещё разрешимыми (видны раздельно), если главный максимум одной из них совпадает с минимумом (ближайшим к главному максимуму) другой (рис. 3).

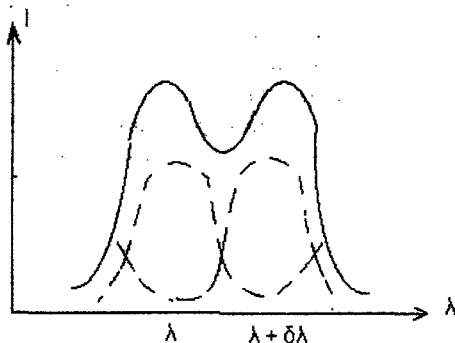


Рис. 3

3. ОПИСАНИЕ МЕТОДА И УСТАНОВКИ

Оптическая схема установки представлена на рис. 4. Установка собирается на оптической скамье. Источником света является ртутная лампа 6. Параллельный пучок света, падающий на решётку 2, формируется линзами 3, 5 и щелью 4. Дифракционная картина наблюдается на экране 1 в виде спектральных линий синего, зелёного и жёлтого цвета. Эти линии отклоняются от оптической оси под различными углами φ . Исходя из условия (1), можно определить длину волны, соответствующую видимой спектральной линии:

$$\lambda = d \sin \varphi.$$

Период дифракционной решётки d определяется по формуле:

вдм:
...

$$d = 1/n,$$

где n – число щелей в 1 мм решётки – величина постоянная для каждой решётки.

Из рис. 4 находим

$$\sin \varphi = \frac{X}{\sqrt{X^2 + Y^2}},$$

где X – отклонение спектральной линии от оптической оси. Измеряется по шкале на экране;

Y – расстояние от решётки до экрана. Измеряется по линейке на оптической скамье.

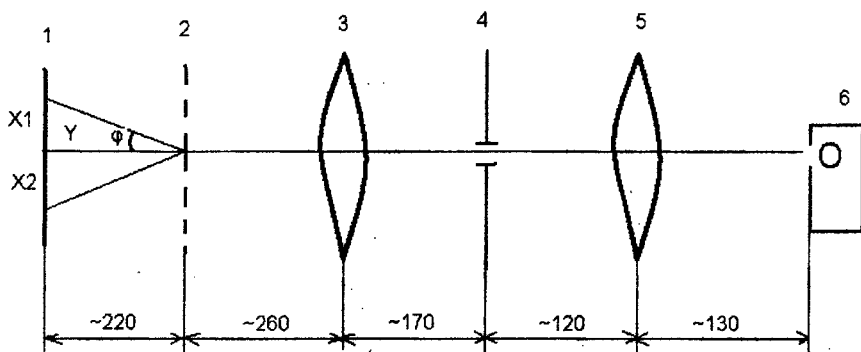


Рис. 4

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Установить приборы на оптической скамье, согласно рис. 4. Центры всех приборов должны находиться на одинаковой высоте.

2. Включить ртутную лампу. Для этого блок питания подключить к сети 220 В. На корпусе блока включить тумблеры «Сеть» и «Лампа ДРШ». Нажать кнопку «Пуск». Дать прогреться 2-3 минуты.

3. Уточнить расстояние между приборами, добившись получения на экране изображения синей, зелёной и жёлтой спектральных линий. Установить такую ширину щели, чтобы линии были достаточно чёткими и яркими.

4. Измерить величины X_1 , X_2 – отклонение полос слева (X_1) и справа (X_2) от оптической оси на экране.

5. Повторить п. 4 для зелёной и жёлтой полос.

6. Измерить величину Y – расстояние от решётки до экрана по линейке на оптической скамье.

7. Все результаты занести в таблицу.

5. ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЁТА И ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ ЗАМЕРОВ

$n = 580$ – количество щелей в 1 мм решётки.

Таблица

Цвет	X_1	X_2	X_{φ}	Y	$\sin \varphi$	λ
Синий						
Зелёный						
Жёлтый						

6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЗАМЕРОВ

1. Определить величину X для каждого цвета:

$$X_{\varphi} = \frac{X_1 + X_2}{2}.$$

2. Определить $\sin \varphi$ для каждого цвета:

$$\sin \varphi = \frac{X_{\varphi}}{\sqrt{X_{\varphi}^2 + Y^2}}.$$

3. Определить период d для данной решётки:

$$d = \frac{1}{n}, \text{ мм.}$$

4. Определить длины волн для синей, зелёной и жёлтой линий спектра ртути:

$$\lambda = d \sin \varphi.$$

Результат записать в таблицу в нанометрах.

5. Рассчитать погрешность измерения длины волны:

$$\Delta \lambda = \lambda \sqrt{\left(\frac{\Delta X}{X_{\varphi}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)^2},$$

где $\Delta X = 0,5$ мм – погрешность измерения по шкале экрана;

$\Delta Y = 5$ мм – погрешность измерения по линейке на оптической скамье.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое дифракционная решётка? Её характеристики.
2. Что называется периодом дифракционной решётки?
3. Что происходит с лучом света при прохождении через решётку?
4. Что называется дифракцией Фраунгофера?
5. Что называется разрешающей способностью решётки?
6. Условие главных максимумов для решётки?
7. Что называется угловой дисперсией решётки?

ЛИТЕРАТУРА

Детлаф А.А. Курс физики, т. 3. – М.: Высшая школа, 1979. – С. 113-116.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель работы.....	3
2. Теоретические основы работы.....	3
3. Описание метода и установки.....	4
4. Порядок выполнения работы.....	5
5. Данные для расчета и таблица результатов замеров.....	6
6. Обработка результатов замеров.....	6
7. Контрольные вопросы.....	6
Литература.....	6

Мельников Валентин Петрович
Дмитрук Максим Игоревич

ИЗУЧЕНИЕ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИН ВОЛН ЛИНИЙ РТУТИ

Методические указания

Редактор *Халдеева Г.П.*
Компьютерная верстка *Юриной В.В.*

Подписано в печать 05.05.2006. Формат 60×90_{1/16}.
Печать ризографическая. Усл. печ. л. 0,4.
Тираж 50 экз. Заказ № 239.

Издатель Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
404110, г. Волжский, пр. Ленина, 69

Отпечатано Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
404110, г. Волжский, пр. Ленина, 69