

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Курганский государственный университет»

Кафедра математики и физики

Определение постоянной дифракционной решетки

Методические указания по выполнению
лабораторных работ

Курган 2026

Кафедра: «Математики и физики»

Дисциплина: «Физика»

Составили: доцент Т. В. Дензанова,
старший преподаватель, Л. Н. Никифорова,
старший преподаватель И. А. Пешкова.

Утверждены на заседании кафедры «31» августа 2026 г.

Печатается в соответствии с планом издания, утвержденным советом
университета «17» декабря 2025 г.

Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решетки

Цель работы: определить длины волн для различных видимых лучей спектра.

Приступая к работе ответьте на следующие вопросы:

- 1 Какова природа световых волн?
- 2 Указать диапазоны длин волн для красных, синих, фиолетовых лучей.
- 3 Что такое дифракция света?

Приборы и принадлежности: прибор для определения длины световой волны, дифракционная решетка, подставка от подъемного столика, лампа.

Краткая теория

Дифракция света – явление, состоящее в отклонении от законов геометрической оптики и возникающее при прохождении световых волн вблизи непрозрачных препятствий, соизмеримых с длиной световых волн. Различают два вида дифракции:

- 1 При дифракции Френеля дифракционная картина образована расходящимся пучком лучей, имеющих сферический волновой фронт.
- 2 При дифракции Фраунгофера дифракционная картина образована системами параллельных лучей, имеющих плоский волновой фронт. В этом случае дифракционная картина в виде темных и светлых полос наблюдается только с помощью линзы, собирающей лучи в фокальной плоскости. Рассмотрим дифракцию Фраунгофера на дифракционной решетке. Дифракционная решетка представляет собой плоскую прозрачную пластину, на которой нанесены чередующиеся прозрачные и непрозрачные полосы. Сумму ширины прозрачной и непрозрачной полос называют постоянной решетки d , или ее периодом.

$$d=a+b.$$

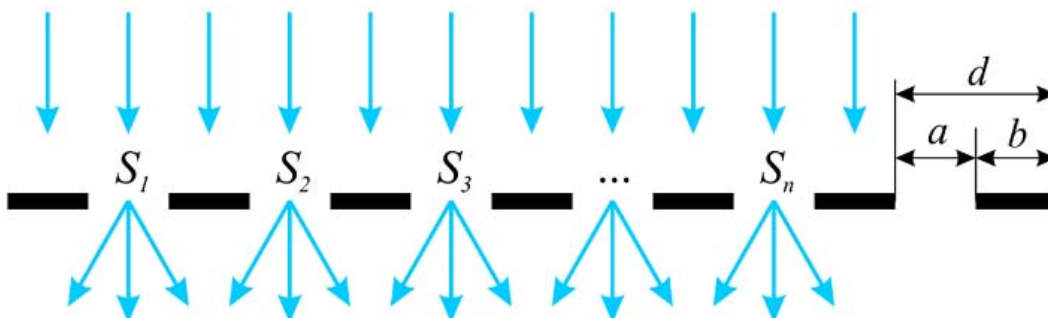


Рисунок 1 – Дифракционная решетка

Рассмотрим элементарную теорию дифракционной решетки.

Направим перпендикулярно плоскости решетки монохроматический пучок света, т. е. плоскую монохроматическую волну длиной λ .

В соответствии с принципом Гюйгенса-Френеля каждая точка волнового фронта может рассматриваться как самостоятельный источник вторичных волн. Эти источники когерентны.

Каждая щель решетки ведет себя как точечный источник вторичных волн при условии, что ширина щели меньше длины волны. В этом случае дифракционная решетка представляет собой набор точечных когерентных источников $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ (рисунок 1), расположенных в щелях решетки и испускающих световые колебания во всех направлениях.

Падающий на дифракционную решетку параллельный пучок лучей в результате дифракции изменит свою структуру. После решетки угол отклонения лучей φ от первоначального направления составляет от 0° до 90° вправо и влево (рисунок 2).

Если за дифракционной решеткой поместить собирающую линзу, то в фокальной плоскости линзы можно наблюдать дифракционную картину, являющуюся результатом двух процессов: дифракции света от каждой щели решетки и многолучевой интерференции от всех щелей. Основные черты этой картины определяются вторым процессом.

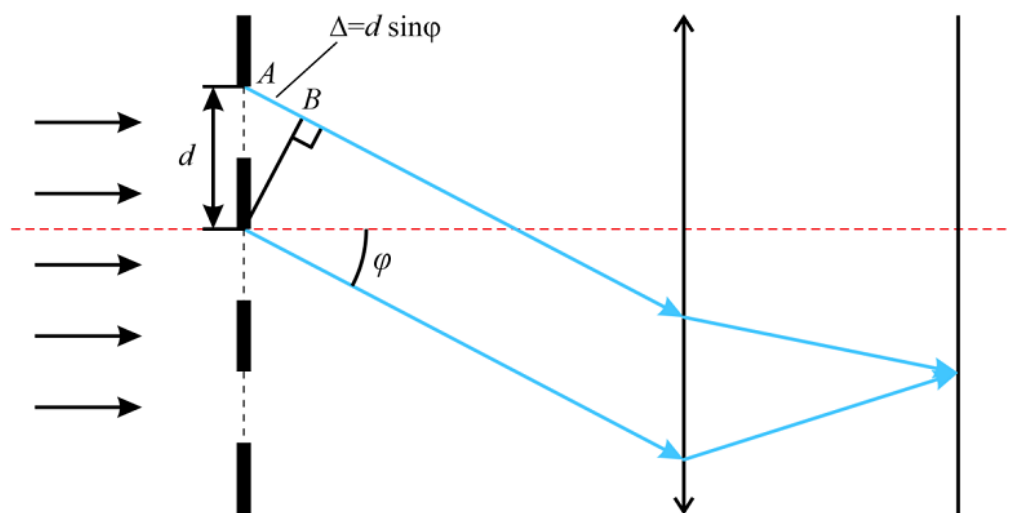


Рисунок 2 – Ход лучей за дифракционной решеткой

Так как на решетку падает плоская волна, то лучи одного и того же направления, выходящие из различных щелей, имеют одинаковые начальные фазы. Линза не вносит разности фаз. Следовательно, разность фаз может создаваться только за счет разности хода лучей Δ до линзы, согласно рисунку 2.

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

В случае, когда разность хода Δ лучей, выходящих из соответственно расположенных точек двух соседних щелей, равна целому числу длин волн света λ , волны будут усиливать друг друга (максимум интенсивности).

$$\Delta = k\lambda, \quad (k = 0, 1, 2, 3, \dots).$$

Таким образом, разность хода любых лучей, идущих в этом направлении:

$$\Delta = N d \sin \varphi = N k \lambda,$$

где N равно разности номеров щелей.

Следовательно, все лучи, выходящие из двух соседних щелей под углом φ ($N=1$), удовлетворяют условию

$$k\lambda = d \sin \varphi. \quad (1)$$

При интерференции, они будут усиливать друг друга, и на экране будет наблюдаться максимум интенсивности света.

Уравнение (1) является основным при практическом использовании дифракционных решеток. Измерив углы φ , соответствующие положениям дифракционных максимумов, и зная длину волны света λ , можно найти постоянную решетки d или, наоборот, зная d , определить длину волны света λ .

В центральной световой полосе, изображение которой создается пучком параллельным падающему, суммируются действия всех лучей, независимо от длины волны (центральный максимум)

$$k=0, \quad \sin \varphi=0.$$

Справа и слева от центрального максимума располагаются световые полосы, для которых $k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \dots$

Они называются дифракционными максимумами 1-го, 2-го ... и k -го порядка.

Согласно уравнению (1) различным значениям λ соответствуют различные углы φ (в дифракционных максимумах одного порядка). Поэтому при освещении решетки белым светом в фокальной плоскости линзы образуется ряд дифракционных спектров, перекрывающих друг друга (рисунок 2).

Решая уравнение (1) относительно λ , получим:

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k}. \quad (2)$$

Это выражение является основной расчетной формулой для вычисления длин световых волн. В данной лабораторной работе определение длины волны света приводят с помощью гониометра и линейной установки.

Ход работы

- 1 Помещаем вертикально на демонстрационном столе лампу и включаем ее.
- 2 В подставке подъемного столика укрепляем прибор для определения длины световой волны и устанавливаем его на столе в 2-3 м от лампы.
- 3 Дифракционную решетку вставляем в рамку прибора.
- 4 Шкалу устанавливаем на наибольшем расстоянии от дифракционной решетки.
- 5 Наводим прибор на нить лампы, смотрим на нее через решетку и щель щитка, находящуюся на нулевом делении шкалы.
- 6 Проверяем правильность расположения спектров на черном фоне над шкалой и, наблюдая смещение их с черного фона, устраняем перекося поворотом рамки с решеткой.
- 7 Двигаем щиток со шкалой по бруску так, чтобы исследуемый луч достаточно четко проектировался на шкале.
- 8 Определяем по шкале щитка границы красных и фиолетовых лучей в спектрах первого и второго порядков (a) с правой и левой сторон. Находим их средние значения.
- 9 Определяем по бруску расстояние от дифракционной решетки до шкалы (b).
- 10 Находим $tg\alpha = \frac{a}{b}$.
- 11 Заменяем $tg\alpha$ на $\sin\alpha$ ввиду малости угла α .
- 12 Вычисляем длину волны для красных лучей по формуле:

$$n\lambda = d \cdot \sin\varphi \approx d \frac{a}{b},$$

Где n – порядок спектра,

d – постоянная решетки,

λ – искомая длина волны.

- 13 Вычисляем длину волны для фиолетовых лучей.
- 14 Сравниваем найденные длины волн с табличными данными.
- 15 Заносим данные в таблицу 1

Таблица 1– Расчет длины световых лучей

№ опыта	Постоянная решетки, d	Порядок спектра, n	Видимые границы						Расстояние от дифракционной решетки до шкалы, мм	$tg\alpha = \frac{a}{b}$		Длина волны, мм	
			слева		справа		средняя			К	Ф	К	Ф
			К	Ф	К	Ф	К	Ф					

Виртуальная лабораторная работа по физике «Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки»

Методика выполнения

Оборудование: Компьютер, виртуальный стенд

Методика выполнения:

- 1 Запустите программу для моделирования дифракции на вашем компьютере. Убедитесь, что она поддерживает работу с дифракционной решеткой и предоставляет возможность измерения длины волны. На рисунке 3 представлен ее вид.

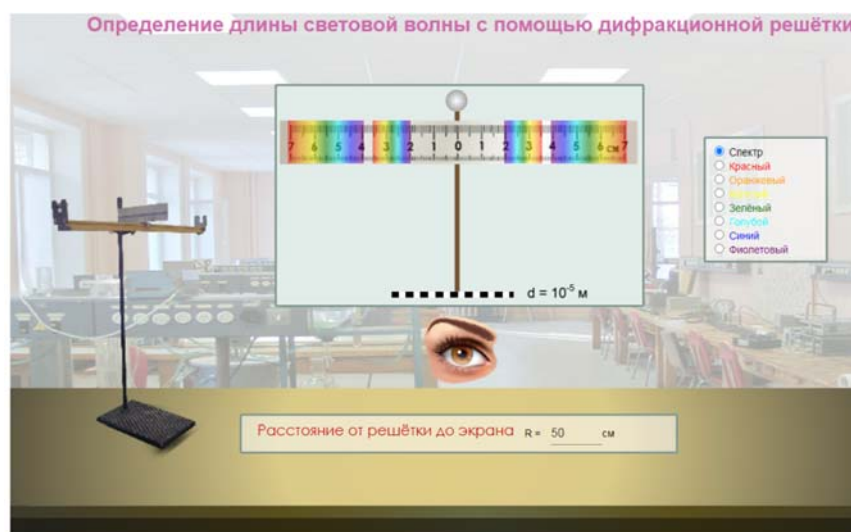


Рисунок 3 – общий вид виртуального стенда

- 2 Настройте параметры эксперимента:
 - о выберите тип источника света (виртуальный лазер или другой источник).
 - о установите дифракционную решетку перед источником света.

о разместите виртуальный экран после решетки, чтобы наблюдать дифракционные максимумы.

- 3 Измерьте главный максимум: убедитесь, что дифракционные максимумы отображаются на экране. Измерьте угол (или координату) до главного максимума, полученного при дифракции на решетке.
- 4 Проведите измерения для нескольких дифракционных максимумов: сделайте измерения для нескольких дифракционных максимумов, чтобы получить более точные результаты. Желательно выбрать не менее трех максимумов для анализа.
- 5 Рассчитайте длину волны света: используя полученные данные (углы или координаты дифракционных максимумов), примените формулу для расчета длины волны света:

$$\lambda = d \frac{\sin \theta}{k} \text{ или } \lambda = \frac{dS}{Rk},$$

где

- о λ – длина волны света,
- о d – расстояние между щелями (шаг решётки),
- о k – соответствующий порядок максимума,
- о θ – угол наблюдения для дифракционного максимума,
- о S – расстояние от щели до линии спектра,
- о R – расстояние от решётки до экрана.

Обратите внимание, что углы измеряются относительно нормали к решетке.

- 6 Оцените погрешность: при выполнении любой лабораторной работы необходимо учитывать погрешности измерений. Убедитесь, что ваши измерения точны, и оцените возможную погрешность результатов.
- 7 Сравните с теоретическим значением: сравните полученное значение длины волны с теоретическим значением (которое может быть предоставлено вам преподавателем или указано в учебнике). Сделайте выводы о сходстве или расхождении результатов.
- 8 Оформите отчет: подготовьте отчет о выполненной лабораторной работе, включающий описание методики, полученные данные, расчеты и анализ результатов.

Контрольные вопросы

- 1 Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля.
- 2 Какие волны называются когерентными?
- 3 В чем заключается явление дифракции?
- 4 При каких условиях наблюдается дифракция?
- 5 Какова роль линзы в получении дифракционной картины?
- 6 Условие максимумов для дифракционной решетки.
- 7 Каков порядок следования цветов в дифракционных спектрах?
- 8 Чем будут отличаться дифракционные картины, полученные от решеток с различными постоянными, но одинаковым числом штрихов?
- 9 Что такое длина волны?

Дензанова Татьяна Викторовна
Никифорова Лидия Николаевна
Пешкова Ирина Александровна

Определение постоянной дифракционной решетки

Методические указания по выполнению
лабораторных работ

Редактор Н. М. Быкова

Подписано в печать 01.10.26 Формат 60x84 1/16

Печать цифровая

Заказ 44

Усл. печ. л. 0,75

Тираж 25

Бумага 80г/м²

Уч.-изд. л. 0,75

Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.