

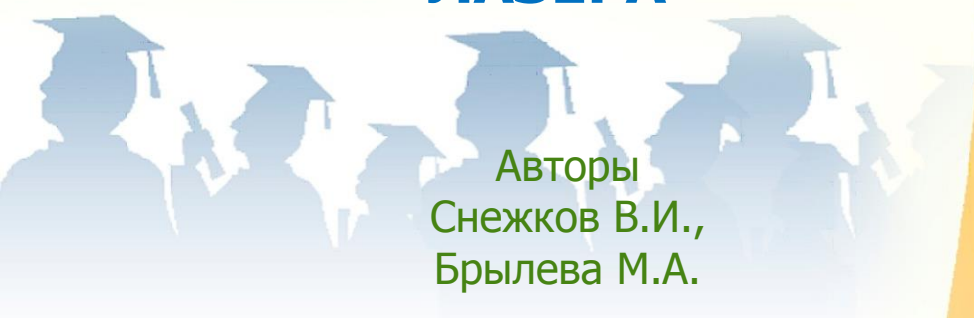


ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Физика»

Методические указания
к лабораторной работе № 67
по дисциплине «Физика»

**«ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ
ШИРИНЫ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ЛАЗЕРА»**



Авторы
Снежков В.И.,
Брылева М.А.

Ростов-на-Дону, 2018



Аннотация

Практикум предназначен для студентов очной формы обучения по всем направлениям подготовки.

Авторы

д.ф.-м.н., профессор кафедры
«Физика» Снежков В.И.

к.ф.-м.н., ассистент кафедры
«Физика» Брылева М.А.





Оглавление

Лабораторная работа № 67 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ ШИРИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРА	4
1. Краткая теория	4
2. Описание экспериментальной установки и методика измерения	5
3. Порядок выполнения работы	7
Контрольные вопросы и тесты	9
Литература	10
Указания по технике безопасности	11

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 67 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ ШИРИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРА

Цель работы: наблюдение интерференции света и экспериментальное определение ширины интерференционной полосы и параметра бипризмы Френеля.

Приборы и принадлежности : полупроводниковый лазер с длиной волны 670 нм (красный) и мощностью излучения 1 мВт, направляющая, набор рейтеров, короткофокусная линза, измерительная линейка и рулетка, бипризма Френеля (рис.1).



Рис.1.Экспериментальная установка.

1. Краткая теория

Интерференция света – явление, в котором при наложении пучков света происходит перераспределение интенсивности, возникают чередующиеся светлые и темные участки – интерференционные полосы. Для наблюдения интерференции накладывающиеся пучки должны быть когерентными, т.е. случайные изменения амплитуды и фазы в них должны происходить согласованно. Бипризма Френеля является одной из оптических систем, которая создает когерентные волны методом деления волнового фронта.

Бипризма Френеля состоит из двух одинаковых прямоугольных призм с очень малым преломляющим углом, сложенных своими основаниями. Свет от источника преломляется в обеих призмах, в результате этого за призмой распространяются лучи, как бы исходящие из мнимых источников S_1 и S_2 (рис. 2). Эти источники являются когерентными. Таким образом, на экране в области BC наблюдается интерференционная картина.

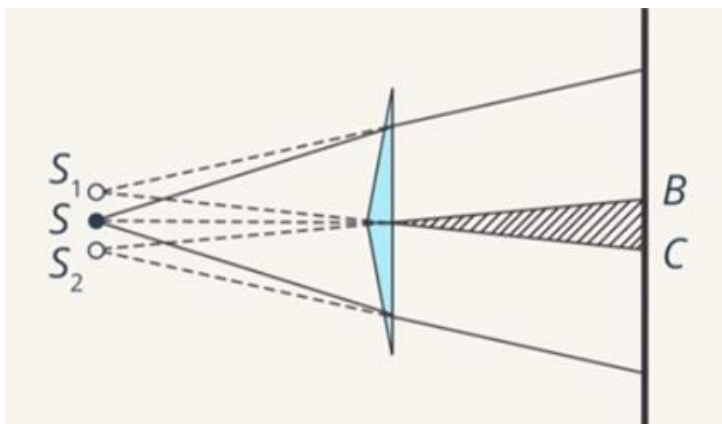


Рис. 2. Получение когерентных волн с помощью бипризмы Френеля

2. Описание экспериментальной установки и методика измерения

В работе изучается интерференция красного лазерного света с помощью бипризмы Френеля (рис. 3). Наблюдаемая интерференционная картина на экране за бипризмой позволяет **найти размер интерференционной полосы и определить параметр бипризмы Френеля – преломляющий угол бипризмы**. Источником света служит лазерное излучение. После преломления в бипризме падающий пучок света разделяется на два когерентных пучка с вершинами в мнимых изображениях S_1 и S_2 источника.

Лабораторная работа № 67 «Определение интерференционной ширины с использованием лазера»

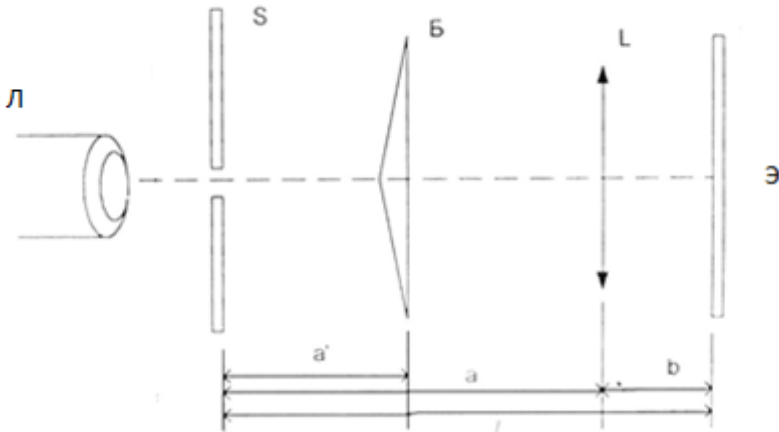


Рис. 3.Схема установки.

На рисунке 3: Л – полупроводниковый лазер с длиной волны 670 нм ; S- щель; Б –бипризма Френеля; L – собирающая линза; Э – экран. В области экрана пучки перекрываются и дают систему параллельных интерференционных полос. a и b – расстояния от бипризмы до источника излучения и до экрана наблюдения соответственно. Между бипризмой и щелью расстояние a' .

α – преломляющий угол бипризмы, n – показатель преломления бипризмы ($n = 1,5$), Каждая половина бипризмы отклоняет луч на угол $\psi = (n-1)\alpha$.

Расстояние d между мнимыми источниками S_1 и S_1 равно $d = 2\alpha(n - 1)a$.

$$\alpha = \frac{d}{2a(n-1)} \quad (1)$$

Угловое расстояние между ними: $\varphi = \frac{d}{a+b}$.

Ширина интерференционной полосы: $\Delta x = \frac{(a+b) \cdot \lambda}{d}$ (2)

3. Порядок выполнения работы

Для измерения расстояния между двумя мнимыми источниками света:

1. Собирают установку на оптической скамье (рис.3). Ребро бипризмы обязательно параллельно щели. Расстояние a' между бипризмой и щелью во время опыта остается постоянным. Экран устанавливают на расстоянии 50 -60 см. от щели.

2. Включают лазер (включите лазер в сеть, после этого поверните ключ на задней панели лазера). Передвигая линзу L , добиваются того, чтобы оба изображения мнимых источников S_1 и S_2 щели были отчетливо видны на экране Э. Линейкой, определяют расстояние d_x между мнимыми источниками.

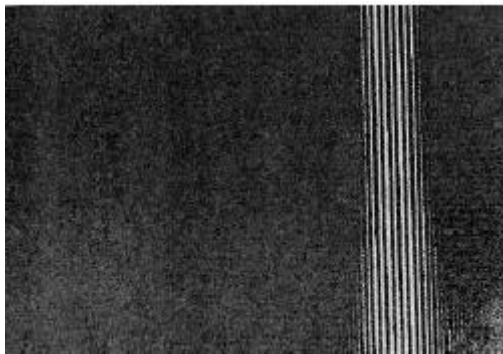


Рис.4.Интерференционная картина.

На рисунке 4 в качестве примера, показана интерференционная картина от бипризмы Френеля.

3. Линейкой измеряют расстояние l от щели до линзы. Рулеткой измеряют расстояние b от линзы до экрана Э. Все измерения проделывают несколько раз.

4. По формуле увеличения линзы находят расстояние между мнимыми источниками:

$$d = \frac{l}{b} d_x \quad (3)$$

5. Подставляем (3) в формулу (1), находим параметр бипризмы Френеля (a).

Лабораторная работа № 67 «Определение интерференционной ширины с использованием лазера»

6. По формуле (2) определяем ширину интерференционной полосы (Δx).

7. Все результаты вносятся в таблицу 1.

Таблица 1

№	a, м	b, м	l, м	d _x , м	d, м	a
1						
2						
3						

8. Производят расчет среднего значения расстояния между

$$\langle d \rangle = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3}$$

минимыми источниками:

9. Производят расчет ошибок:

Δd – абсолютная погрешность измерения увеличения линзы (за абсолютную погрешность принимаем половину цены наименьшего деления линейки);

$$\delta d = \frac{\Delta d}{\langle d \rangle} 100\%$$

10. Результат запишите в виде:

$$d = (\langle d \rangle \pm \Delta d), \text{ м}; \quad \delta d = \dots\%$$

Контрольные вопросы и тесты

- 1 В чем состоит явление интерференции?
- 2 Какие источники волн называются когерентными?
3. Что называется шириной интерференционной полосы?
4. Методы осуществления когерентных волн в оптике.
5. Назначение бипризмы Френеля.
6. Для тестов, приведенных далее, выберите правильный вариант ответа:

Задание №1

Какие волны называются когерентными?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) волны одинаковой частоты и амплитуды;
- 2) волны с постоянной во времени разностью фаз;
- 3) волны одинаковой частоты и постоянной во времени разностью фаз;
- 4) с постоянной во времени разностью фаз и одинаковой амплитудой.

Задание № 2

Интерференция света – это...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) взаимодействие двух или нескольких световых волн;
- 2) усиление или ослабление света при наложении двух или нескольких световых волн;
- 3) усиление или ослабление света при наложении волн одинаковой частоты;
- 4) пространственное перераспределение световой энергии при наложении когерентных волн.

Задание № 3

При интерференции световых волн интенсивность результирующей световой волны может быть значительно меньше интенсивности каждой волны в отдельности. Это связано с тем, что энергия волн...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) поглощается средой;
- 2) превращается в другие виды энергии;
- 3) перераспределяется в пространстве;
- 4) рассеивается.

Лабораторная работа № 67 «Определение интерференционной ширины с использованием лазера»

Задание № 4

Разность фаз двух интерферирующих световых волн при разности хода между ними $3/4$ длины волны равна...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $3\pi/2$;
- 2) $2\pi/3$;
- 3) $3\pi/4$;
- 4) среди ответов нет правильного.

Задание № 5

Две когерентные световые волны ($\lambda_0 = 600$ нм) с одинаковой амплитудой интерферируют. Минимальная оптическая разность хода, при которой эти волны полностью ослабляют друг друга, равна...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) 150 нм;
- 2) 300 нм;
- 3) 600 нм;
- 4) среди ответов нет правильного;

Задание № 6

Уменьшить отражение света с длиной волны λ_0 от стеклянной поверхности можно,...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) покрыв её прозрачной плёнкой с оптической толщиной $\lambda_0/4$;
- 2) покрыв её прозрачной плёнкой с оптической толщиной $\lambda_0/2$;
- 3) покрыв её прозрачной плёнкой с большим чем у стекла показателем преломления и оптической толщиной $\lambda_0/4$;
- 4) покрыв её прозрачной плёнкой с меньшим чем у стекла показателем преломления и оптической толщиной $\lambda_0/4$.

Литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.:Академия,2015.
2. Лабораторный практикум по физике/ Под ред. С.А.Ахматова.– М.:Высшая школа,1980.

Указания по технике безопасности

1. **Внимание!** Лица, не прошедшие инструктаж по технике безопасности, к проведению лабораторной работы не допускаются.

Запрещается:

1.1. Включать или выключать электрические рубильники силовых щитов;

1.2. Включать схему (подавать электрическое напряжение) без предварительной её проверки лаборантом или преподавателем;

1.3. Производить любые изменения в схеме в процессе работы;

1.4. Оставлять без присмотра включенную установку.

2. При обнаружении неисправного оборудования, электрических розеток и вилок немедленно сообщайте об этом лаборанту или преподавателю. На неисправном оборудовании работать запрещается.

3. По окончании лабораторной работы обязательно отключите установку от электрического напряжения.