

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»
(СПб ГТИ (ТУ))**

Кафедра общей физики

В.Б. Осташев, С.В. Хотунцова

**Изучение интерференции света
с помощью бипризмы Френеля**

Учебное пособие

**Санкт-Петербург
2023**

УДК 530/537

Осташев, В.Б. Изучение интерференции света с помощью бипризмы Френеля: учебное пособие / В. Б. Осташев, С.В. Хотунцова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей физики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2023. – 23 с.

В учебном пособии излагаются основные представления волновой оптики. Рассматриваются общие сведения об интерференции света. Излагаются способы наблюдения интерференции. Приводится практический пример определения длины волны света при помощи бипризмы Френеля.

Учебное пособие предназначено для бакалавров очной формы обучения, обучающихся по направлениям подготовки 04.03.01, 08.03.01, 15.03.02, 15.03.04, 18.03.01, 19.03.01, 20.03.01, 22.03.01, 27.03.03, а также для специалистов очной формы обучения, обучающихся по направлениям подготовки 18.05.02 и 18.05.01, 15.05.01 по ФГОС +++.

Учебное пособие соответствует рабочим программам дисциплины «Физика».

Учебное пособие формирует у студентов следующие компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ПК-8.

Учебное пособие может быть полезно для бакалавров заочной и очно-заочной форм обучения.

Рис.6, библи. наим.5

Рецензенты:

- 1 ФГБОУ ВО науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук. Павлов Ю.В., ведущий научный сотрудник, доктор физ.-мат. наук
- 2 Жаринов К.А., доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации процессов химической промышленности СПбГТИ(ТУ)

Издание подготовлено в рамках выполнения государственного задания по оказанию образовательных услуг Минобрнауки России.

Утверждено на заседании учебно-методического совета инженерно-технологического факультета 28.12.2022 г.

Рекомендовано к изданию РИС СПбГТИ(ТУ)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Свет как электромагнитная волна	5
2 Интерференция света.....	8
2.1 Понятие об интерференции. Когерентность.....	8
2.2 Основной принцип интерференционных схем.....	10
3 Лабораторная работа №52 «Изучение явления интерференции с помощью бипризмы Френеля»	16
3.1 Цель работы	16
3.2 Описание бипризмы Френеля.....	16
3.3 Описание установки и порядок проведения измерений.....	19
3.4 Контрольные вопросы	21
Литература	22

Введение

В физической оптике рассматриваются явления, связанные с распространением коротких электромагнитных волн, длины которых заключены в интервале 10^{-5} – 10^{-7} м.

Интерференция – это такое сложение волн, при котором происходит не просто суммирование интенсивностей этих волн, а их взаимное усиление в одних точках пространства и ослабление в других в зависимости от разности фаз волн в этих точках. Способность волн к интерференции определяется когерентностью волне. В интерференции и дифракции проявляются волновые свойства света. После открытия этих явлений на них смотрели сначала как на доказательство исключительно волновой природы света. Такая точка зрения оказалась недостаточной. В 20 веке были открыты корпускулярные свойства света, а затем волновые свойства частиц: электронов, протонов, нейтронов, атомов, молекул и пр. С открытием этого факта связан коренной пересмотр физических воззрений, приведший к построению квантовой механики. От этого значение интерференционных и дифракционных явлений не уменьшилось. В наши дни интерференционные и дифракционные явления имеют важные практические применения, например в спектроскопии и метрологии.

Когерентность – необходимое условие получения интерференционной картины, однако два независимых источника света всегда некогерентны. Поэтому в оптических исследованиях для получения когерентных источников часто используют изображения одного физического источника излучения. Интерференционные схемы, в которых присутствуют два источника, называются двухлучевыми. Все двухлучевые интерференционные схемы делятся на два больших класса: схемы, построенные по методу деления амплитуды волны и схемы, построенные по методу деления волнового фронта.

Применение метода деления волнового фронта предполагает формирование вторичных источников из единого волнового фронта путем выделения различных его частей и сводятся к схеме Юнга. Одна из таких интерференционных схем основана на применении бипризмы Френеля.

1 Свет как электромагнитная волна

Свет представляет сложное явление: в одних случаях он ведет себя как электромагнитная волна, а в других как поток частиц. Круг явлений, в основе которых лежит волновая природа света, изучает волновая оптика.

Волна (в узком смысле) – процесс распространения колебаний в пространстве с течением времени.

Монохроматическая волна – это волна, в которой колебания совершаются по закону синуса или косинуса, другими словами, монохроматическая волна является процессом распространения гармонических колебаний.

Поперечная волна – это волна, в которой колебания происходят перпендикулярно направлению распространения.

В **продольной волне** колебания происходят вдоль направления распространения.

Уравнение плоской монохроматической волны:

$$E = E_0 \cos(\omega t - kx + \varphi_0), \quad (1)$$

где E – мгновенное значение напряжённости электрического поля,
 E_0 – амплитуда напряжённости электрического поля,
 ω – циклическая частота,
 t – время,
 k – волновое число,
 x – пространственная координата,
 φ_0 – начальная фаза.

Аргумент косинуса называют **фазой** волны ($\varphi = \omega t - kx + \varphi_0$). Любую произвольную волну всегда можно представить как сумму (возможно бесконечную) монохроматических волн. Это следует из теоремы Фурье (о разложении функции в ряд синуса и косинуса). Физический пример: разложение света в спектр.

В электромагнитной волне совершают колебания векторы \vec{E} (напряженность электрического поля) и \vec{H} (напряженность магнитного поля). Вектор напряженности электрического поля перпендикулярен вектору напряженности магнитного поля и направлению скорости распространения волны (это следует из уравнений Максвелла), следовательно,

электромагнитная волна поперечна. Поскольку практически все действия света связаны с вектором \vec{E} , принято говорить о *световом векторе*, имея в виду вектор \vec{E} .

Электромагнитная, как и любая другая волна, переносит энергию. Плотностью потока энергии называют энергию, переносимую через единичное поперечное сечение за единицу времени. В электродинамике вводят вектор \vec{S} , величина которого равна плотности потока энергии, а направление совпадает с направлением распространения волны. Этот вектор называется вектором Умова-Пойнтинга. Вектор \vec{S} определяется векторным произведением

$$\vec{S} = [\vec{E}, \vec{H}], \quad (2)$$

где \vec{S} – вектор Умова-Пойнтинга,
 \vec{E} – вектор напряжённости электрического поля,
 \vec{H} – вектор напряжённости магнитного поля.

Интенсивностью световой волны I называют модуль среднего по времени значения плотности потока энергии, переносимой волной.

$$I = \left\langle \vec{S} \right\rangle, \quad (3)$$

где I – интенсивность световой волны,
 \vec{S} – вектор Умова-Пойнтинга.

Так как векторы \vec{E} и \vec{H} перпендикулярны, модуль вектора Умова-Пойнтинга будет равен

$$S = EH, \quad (4)$$

где S – модуль вектора Умова-Пойнтинга.,
 E – модуль вектора напряжённости электрического поля,
 H – модуль вектора напряжённости магнитного поля.

Связь мгновенных значений напряженностей электрического и магнитного поля в электромагнитной волне

$$\varepsilon\varepsilon_0 E^2 = \mu\mu_0 H^2, \quad (5)$$

где E – модуль вектора напряжённости электрического поля,

H – модуль вектора напряжённости магнитного поля.

ε – диэлектрическая проницаемость среды,

ε_0 – электрическая постоянная,

μ – магнитная проницаемость среды,

μ_0 – магнитная проницаемость.

Следовательно, *интенсивность света пропорциональна квадрату модуля светового вектора.*

2 Интерференция света

2.1 Понятие об интерференции. Когерентность

В явлении интерференции ярко проявляются волновые свойства света.

Интерференция – это взаимное локальное усиление или ослабление интенсивности при наложении двух или большего числа световых волн с одинаковыми периодами в зависимости от соотношения их фаз.

Когерентностью называют согласованное протекание волновых процессов.

Строго монохроматические волны одной и той же частоты и поляризации всегда когерентны.

Рассмотрим суперпозицию двух таких гармонических волн одинаковой частоты, которые возбуждают в интересующей нас точке пространства колебания одинакового направления с амплитудами E_1 и E_2 . Если разность фаз этих колебаний равна $\Delta\varphi$, то возникает результирующее колебание с амплитудой E .

$$E^2 = E_1^2 + E_2^2 + E_1 E_2 \cos \Delta\varphi \quad (6)$$

где E – модуль вектора напряжённости результирующего электрического поля,

E – модуль вектора напряжённости 1-ой волны,

E – модуль вектора напряжённости 2-ой волны,

$\Delta\varphi$ – разность фаз двух волн.

Формулу (6) легко получить с помощью векторной диаграммы и теоремы косинусов. Приняв во внимание, что интенсивность I пропорциональна квадрату амплитуды, получаем, что в случае наложения гармонических волн

$$I = I_1 + I_2 + \sqrt{I_1} \sqrt{I_2} \cos \Delta\varphi \quad (7)$$

где I – интенсивность результирующей волны,

I_1 – интенсивность 1-ой волны,

I_2 – интенсивность 2-ой волны,

$\Delta\varphi$ – разность фаз двух волн.

Из формулы (7) видно, что интенсивность результирующего колебания отличается от суммы интенсивностей. Это отличие определяется величиной I_i , называемой интерференционным членом

$$I_i = \sqrt{I_1} \sqrt{I_2} \cos \Delta\varphi \quad (8)$$

Понятно, что если $\cos \Delta\varphi = 1$, то получается максимальная интенсивность, а если $\cos \Delta\varphi = -1$ – минимальная.

Условие *максимума*

$$\Delta\varphi = 2\pi m \quad (9)$$

условие *минимума*

$$\Delta\varphi = \pi(2m + 1), \quad (10)$$

где m – целое.

Однако свет, испущенный обычными (не лазерными) источниками, не бывает монохроматическим. Такой свет можно рассматривать как хаотическую последовательность отдельных *цугов*, обрывков синусоидальных волн. Длительность отдельного цуга составляет порядка 10^{-8} с, поэтому при наложении световых волн от разных источников фазовые соотношения между световыми колебаниями многократно изменяются случайным образом. Источники оказываются некогерентными и достаточно устойчивой картины интерференции не возникает.

Невозможность визуального наблюдения интерференционных полос от *независимых* источников света можно пояснить на примере идеализированных источников, излучающих *квазимонохроматический свет*. Такой свет представляется колебаниями вида (11), в которых, однако, амплитуды и начальные фазы медленно и хаотически меняются во времени, то есть испытывают заметные изменения за времена порядка 10^{-8} с, очень большие по сравнению с периодом самих световых колебаний, имеющим порядок 10^{-14} с.

Таким образом уравнение световой (электромагнитной волны) выглядит как

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r} + \varphi_0(t)), \quad (11)$$

- где \vec{E} – мгновенное значение вектора напряжённости,
 \vec{E}_0 – амплитуда вектора напряжённости электрического поля,
 ω – циклическая частота,
 t – время,
 $\vec{k} = k\vec{n}$ – волновой вектор,
 k – волновое число,
 \vec{n} – единичная нормаль к волновому фронту,
 \vec{r} – радиус-вектор,
 $\varphi_0(t)$ – начальная фаза, зависящая от времени.

При наложении таких волн разность фаз быстро и беспорядочно меняется. В течение секунды сотни миллионов раз одна система интерференционных полос будет сменяться другой. Глаз или другой приемник света не в состоянии следить за быстрой сменой интерференционных картин и фиксирует только равномерную освещенность экрана.

2.2 Основной принцип интерференционных схем

Когерентные волны, тем не менее, можно получить даже от обычных источников. ***Волну, излучаемую одним источником света, разделяют тем или иным способом на две части и затем накладывают их друг на друга подходящим способом.***

Если разность хода этих волн от источника до точки наблюдения невелика, т. е. не превышает некоторой характерной длины, то случайные изменения амплитуды и фазы световых колебаний в двух волнах происходят согласованно (когерентно), и мы будем наблюдать интерференционную картину, например систему чередующихся темных и светлых полос.

Образовавшиеся после разделения волны во всех интерференционных схемах можно представить как бы исходящими из двух точечных источников (действительных или мнимых - это не существенно).

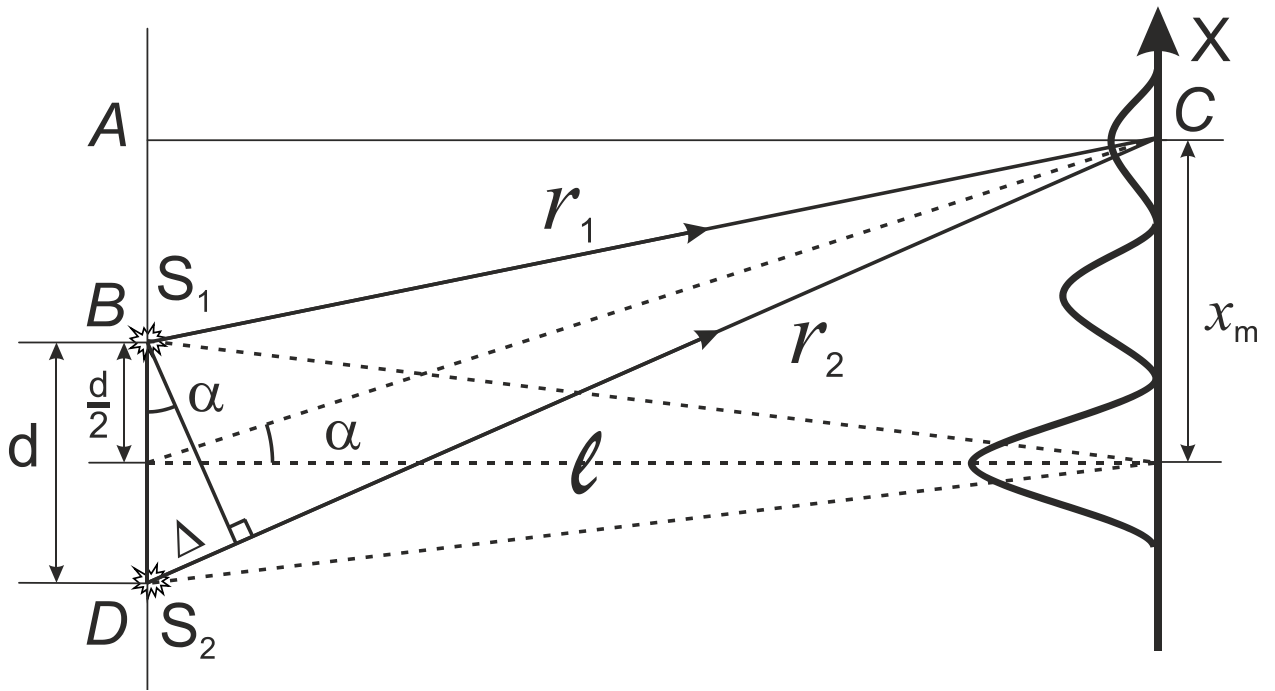


Рисунок 1– Интерференция от двух точечных источников

Рассмотрим две волны, исходящие из когерентных источников S_1 и S_2 . В области, где эти волны перекрываются, должна возникнуть система чередующихся максимумов и минимумов освещенности, которую можно наблюдать на экране. Если начальные фазы колебаний обоих источников света одинаковы, то разность фаз складываемых колебаний будет

$$\Delta\varphi = k(r_2 - r_1) = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)(r_2 - r_1), \quad (12)$$

- где $\Delta\varphi$ – разность фаз двух волн,
 k – волновое число,
 r_1 – расстояние от источника S_1 до точки наблюдения,
 r_2 – расстояние от источника S_2 до точки наблюдения,
 λ – длина волны света в вакууме.

Предположим, что волны, излучаемые двумя когерентными источниками, распространяются в разных средах показателями преломления n_1 и n_2 .

В этом случае (в следствии изменения длины волны в этих средах)

$$\Delta\varphi = k_2 r_2 - k_1 r_1 = 2\pi \left(\frac{r_2}{\lambda_2} - \frac{r_1}{\lambda_2} \right) \quad (13)$$

- где $\Delta\varphi$ – разность фаз двух волн,
 k_1 – волновое число для 1-ой среды,
 k_2 – волновое число для 1-ой среды,
 r_1 – расстояние от источника \mathbf{S}_1 до точки наблюдения,
 r_2 – расстояние от источника \mathbf{S}_2 до точки наблюдения,
 λ_1 – длина волны света в 1-ой среде,
 λ_2 – длина волны света во 2-ой среде.

При прохождении световой волны в среде с показателем преломления n_1 длина волны λ_1 уменьшается по сравнению с длиной волны в вакууме λ

$$\lambda_1 = \lambda/n_1,$$

- где λ_1 – длина волны света в 1-ой среде,
 λ – длина волны света в вакууме,
 n_1 – показатель преломления 1-ой среде;

$$\lambda_2 = \lambda/n_2,$$

- где λ_2 – длина волны света в 2-ой среде,
 λ – длина волны света в вакууме,
 n_2 – показатель преломления 2-ой среде;

Разность фаз в формуле (10) в этом случае переходит в

$$\Delta\varphi = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right) (n_2 r_2 - n_1 r_1) \quad (14)$$

Произведение абсолютного показателя преломления на пройденный (геометрический) путь $L = nl$ называют **оптическим путём**. Величину Δ , определяемую формулой (15), называют **оптической разностью хода**.

$$\Delta = (n_2 r_2 - n_1 r_1), \quad (15)$$

где Δ – оптическая разность хода,
 r_1 – расстояние, пройденное в 1-ой среде,
 r_2 – расстояние, пройденное в 2-ой среде,
 n_1 – показатель преломления 1-ой среде,
 n_2 – показатель преломления 2-ой среде.

Таким образом, для интерференционных максимумов

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} (n_2 r_2 - n_1 r_1) = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta = 2\pi t \quad (16)$$

Отсюда получаем условие **максимума интерференции** (светлые интерференционные полосы)

$$\Delta = t\lambda, \quad (17)$$

где Δ – оптическая разность хода,
 λ – длина волны в вакууме,
 t – целое число.

Целое число t называют порядком максимума.

Условие **минимума интерференции** (тёмные интерференционные полосы)

$$\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}, \quad (18)$$

где Δ – оптическая разность хода,
 λ – длина волны в вакууме,
 m – целое число.

Для определения ширины интерференционной полосы обратимся снова к рисунку 1. Плоскость экрана параллельна плоскости, в которой лежат источники. Предполагается, что расстояние между источниками d и линейные

размеры экрана малы по сравнению с расстоянием от источника до экрана. Интерференционные полосы на экране будут прямолинейны и перпендикулярны к линии, соединяющей источники S_1 и S_2 . Начало координат поместим в точке O на экране, ось X направим параллельно линии источников S_1S_2 . Пусть x – координата точки C . Применим теорему Пифагора для треугольников ABC и ADC .

$$r^2 = l^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2$$

$$r^2 = l^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2$$

Вычитая из второго выражения первое, получим

$$r_2^2 - r_1^2 = 2xd$$

следовательно

$$(r_2 + r_1)(r_2 - r_1) = 2xd$$

$$r_2 - r_1 = \frac{2xd}{r_2 + r_1}$$

Так как $x \ll l$, то можно без существенной ошибки заменить $r_1 + r_2$ на $2l$. В данном случае $r_2 - r_1$ – это и есть оптическая разность хода. Тогда получим

$$r_2 - r_1 = \frac{\cancel{2}xd}{\cancel{2}l}$$

$$r_2 - r_1 = \frac{xd}{l}$$

Условия (17) дают нам координаты x_m максимумов порядка m :

$$m\lambda = \frac{x_m d}{l}$$

$$x_m = \frac{m\lambda l}{d}, \quad (19)$$

где x_m – координаты m -ого максимума,
 m – целое число,
 λ – длина волны в вакууме,
 l – расстояние от источников света до экрана,
 d – расстояние между источниками света.

Ширина интерференционной полосы

$$\Delta y = x_{m+1} - x_m = \frac{\lambda l}{d} \quad (20)$$

где Δy – ширина полосы,
 λ – длина волны в вакууме,
 l – расстояние от источников света до экрана,
 d – расстояние между источниками света.

Все основные интерференционные схемы, основанные на методе деления волнового фронта, предполагают формирование вторичных источников из единого волнового фронта путём выделения различных его частей.

3 Лабораторная работа №52 «Изучение явления интерференции с помощью бипризмы Френеля»

3.1 Цель работы

Определение длины световой волны по ширине интерференционных полос, полученных с помощью бипризмы Френеля

3.2 Описание бипризмы Френеля

Бипризма представляет собой изготовленные из одного куска стекла две призмы с малыми преломляющими углами, имеющие одну общую грань (рисунок 2). Параллельно этой грани располагается прямолинейный источник света S . Идущая из него световая волна разделяется в результате преломления в верхней и нижней половинах бипризмы на два когерентных пучка с вершинами в мнимых изображениях S_1 и S_2 щели S .

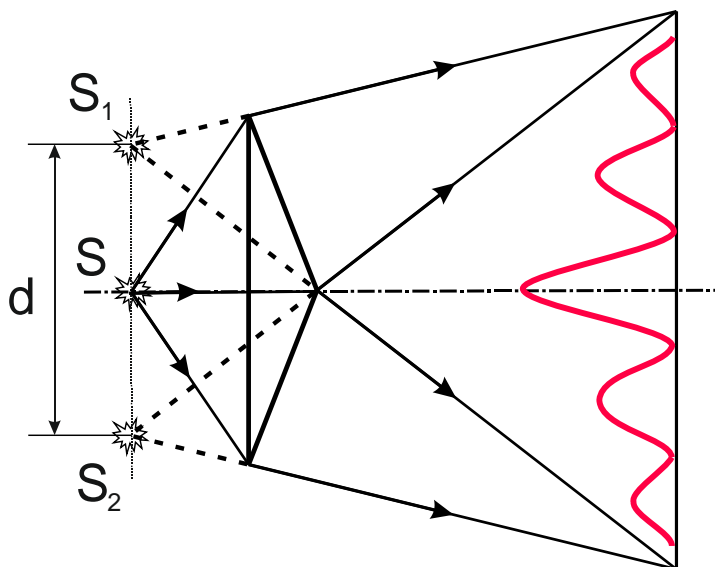


Рисунок 2- Ход лучей в бипризме

За бипризмой распространяются две когерентные волны, соответствующие мнимым изображениям S_1 и S_2 источника S . Для обеспечения малости расстояния d между мнимыми источниками и, следовательно, достаточной ширины интерференционных полос, преломляющие углы призмы делаются очень малыми.

В работе измерение расстояния d проводится следующим образом. Между бипризмой и экраном, на котором наблюдается интерференционная картина, помещают вспомогательную собирающую линзу. Если расстояние l между мнимыми источниками света S_1 и S_2 и экраном больше учетверенного фокусного расстояния линзы, то всегда найдутся два таких положения линзы, при которых

на экране получают отчетливые увеличенное и уменьшенное изображения источников. Первому случаю соответствует рисунок 3, второму – рисунок 4. Расстояние между изображениями на экране в первом случае обозначено через d_1 , а во втором – d_2 . Расстояния от источников до линзы f_1' и f_2' , а от линзы до изображения – f_1'' и f_2'' . В первом случае $d/d_1 = f_1'/f_1''$, а во втором – $d/d_2 = f_2'/f_2''$.

Перемножая левые и правые части последних равенств, получим

$$\frac{d^2}{(d_1 d_2)} = \frac{(f_1' f_2')}{(f_1'' f_2'')} \quad (21)$$

где d – расстояние между мнимыми источниками,
 d_1 – расстояние между увеличенными изображениями,
 d_2 – расстояние между уменьшенными изображениями,
 f' – расстояние от источников до линзы при увеличенном изображении,
 f'' – расстояние от источников до линзы при уменьшенном изображении.

Так как оба положения линзы симметричны относительно середины расстояния между источниками и их изображениями, то $f_1' = f_2'$ и $f_1'' = f_2''$.

Тогда имеем

$$\frac{d^2}{(d_1 d_2)} = \frac{(f_1' f_2')}{(f_1'' f_2'')} = 1 \Rightarrow d^2 = d_1 d_2.$$

И окончательно получаем расстояние между мнимыми источниками:

$$d = \sqrt{d_1 d_2}$$

Подстановка выражения для d в формулу (20) дает:

$$\lambda = \Delta y \frac{\sqrt{d_1 d_2}}{L}, \quad (22)$$

- где λ – длина волны света,
 Δy – ширина интерференционной полосы,
 d_1 – увеличенное изображение щели,
 d_2 – уменьшенное изображение щели,
 L – расстояние от источника света до экрана.

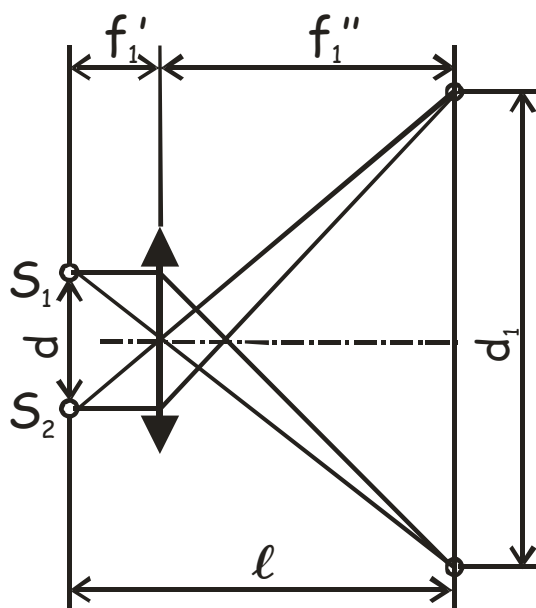


Рисунок 3 – Увеличенное изображение

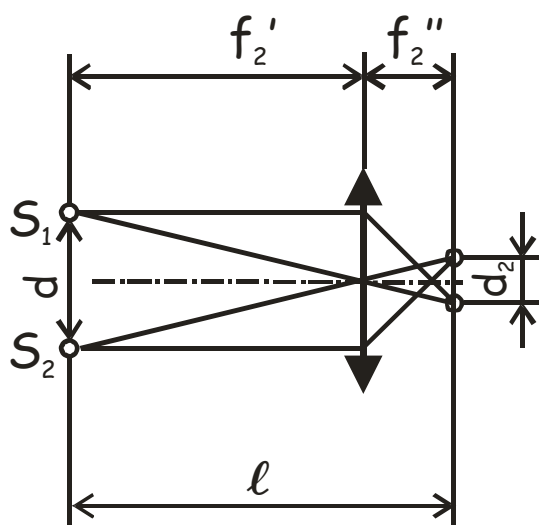


Рисунок 4 – уменьшенное изображение

Формула (22) позволяет вычислить длину световой волны, если определены d_1 , d_2 и Δy .

3.3 Описание установки и порядок проведения измерений

На рисунке 5 приведена схема установки, используемой в работе. Здесь O – осветитель, снабженный красным фильтром Φ ; D – диск с узкой вертикальной щелью, ширина которой может меняться; B – бипризма; L – собирающая линза; M – винтовой окулярный микрометр. Все части установки расположены на оптической скамье.

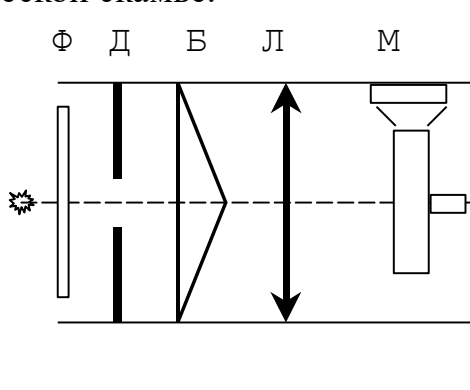


Рисунок 5 – Схема установки

Источником света является освещенная узкая щель, параллельная ребру бипризмы. Свет через щель и бипризму попадает в окулярный микрометр. В его фокальной плоскости, которая играет роль экрана, видна интерференционная картина.



Рисунок 6 – Изображение в окуляре

Окулярный микрометр состоит из кожуха, окуляра и барабана с делениями. В фокальной плоскости микрометра находится неподвижная стеклянная пластинка со шкалой, имеющей восемь делений с числами (рисунок 6), и подвижная стеклянная пластина с перекрестием и так называемым индексом, представляющим собой две тонкие параллельные черточки. Эта пластина с помощью микрометрического винта связана с отсчетным барабаном так, что при вращении барабана перекрестие и индекс перемещаются в поле зрения окуляра относительно неподвижной шкалы.

Шаг винта, перемещающего подвижную пластинку, равен 1 мм. При повороте барабана на один оборот индекс и перекрестие перемещаются в поле зрения окуляра на одно деление неподвижной шкалы. Таким образом, неподвижная шкала служит для отсчета числа оборотов барабана. На барабан нанесено сто делений, и его поворот на одно деление соответствует перемещению перекрестия и индекса на 0.01 мм.

Полный отсчет по шкале окулярного микрометра складывается из отсчета по неподвижной шкале и барабану.

Опыт начинают с того, что снимают со скамьи линзу L , включают осветитель и добиваются получения в поле зрения окулярного микрометра четкой интерференционной картины. Затем линейкой измеряют расстояние l (см. рисунок 6) от щели до фокальной плоскости винтового микрометра. Так как щель и ее мнимые изображения практически находятся в одной плоскости, то это расстояние можно считать равным расстоянию от когерентных источников света до экрана. Считая показатель преломления воздуха равным 1, можем, также сразу принять длину оптического пути от источников до экрана L равной данной величине.

Расстояние Δy между центрами соседних темных полос находят следующим образом. Вращая барабан микрометра, совмещают перекрестие с одной из крайних правых темных интерференционных линий и отсчитывают положение N_0 перекрестия по неподвижной шкале и барабану. Эту линию условно можно назвать нулевой. Затем перекрестие совмещают с одной из крайних темных левых линий, подсчитывают число M светлых полос, через которые пройдет перекрестие, и определяют положение N взятой линии. Расстояние между центрами интерференционных волос $\Delta y = (N - N_0) / M$. Такие измерения производят не менее пяти раз и берут среднее значение Δy .

Далее между бипризмой и окулярным микрометром ставят линзу и, перемещая ее (положение щели, бипризмы и окулярного микрометра при этом менять не следует), находят такое положение линзы, при котором в поле зрения окулярного микрометра будут видны два четких увеличенных изображения щели. Расстояние между центрами этих изображений измеряют микрометром. Оно будет равно величине обозначенной ранее через d_1 . Затем смещают линзу в такое положение, при котором в окуляре четко видны два уменьшенных изображения щели, и измеряют расстояние между центрами этих изображений; оно равно d_2 .

Подставляя найденные значения Δy , d_1 , и d_2 в формулу (22), вычисляют длину волны света, прошедшего через красный фильтр. Оценивают погрешность.

3.4 Контрольные вопросы

1. Что представляет собой электромагнитная волна? Чем световая волна отличается от звуковой (акустической)?
2. Запишите уравнение плоской электромагнитной волны. Что называют амплитудой и фазой волны? Запишите формулу, связывающую длину волны и частоту. Как изменяется длина волны при переходе из одной среды в другую?
3. Что называют цугом волн? Запишите формулу, описывающую квазимонохроматическую волну.
4. В чем сущность явления интерференции света?
5. Какие волны и источники называют когерентными?
6. Почему нельзя получить устойчивую картину интерференции от двух независимых нелазерных источников света?
7. Что понимают под оптической разностью хода?
8. Каковы условия возникновения интерференционных минимумов и максимумов?
9. Какими способами можно получить когерентные световые волны?
10. Получите формулу для определения ширины интерференционных полос в случае интерференции от двух точечных монохроматических источников.
11. Объясните на рисунке ход лучей в бипризме Френеля. Что называют мнимым источником?
12. Какой способ применяется для определения расстояния между мнимыми источниками света, полученными с помощью бипризмы.

Литература

- 1 Валишев М.Г. Курс общей физики: Учебное пособие для вузов по техническим направлениям подготовки и специальностям / М.Г. Валишев, А.А. Повзнер. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург, Москва; Краснодар: Лань, 2010. – 573 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-0820-7
- 2 Старовиков, М.И. Введение в экспериментальную физику: учебное пособие / М.И. Старовиков. – Санкт-Петербург, Москва; Краснодар: Лань, 2008. – 235 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) – ISBN 978-5-8114-0862-7
- 3 Иродов И.Е. Волновые процессы / И.Е. Иродов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004 – 263 с. – ISBN 94774-008-7

Кафедра общей физики

Учебное пособие

Изучение интерференции света с помощью бипризмы Френеля

Владимир Борисович Осташев

Светлана Владимировна Хотунцова

Отпечатано с оригинал-макета. Формат 60x90 1/16

Печ. л. 1. Тираж _____ экз. Заказ № _____ от

Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)

190013, Санкт-Петербург, Московский пр. ,26
Типография издательства СПбГТИ(ТУ)