

ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС. ОПИСАНИЕ.

Данный физический практикум по волновой оптике реализован на базе комплекта оборудования, разработанного на кафедре общей физики МФТИ совместно с НПФ «Эклус». Модульный принцип, лежащий в основе лабораторного комплекса, позволяет выполнять на этом оборудовании разнообразные лабораторные работы по оптике. Использование когерентного лазерного света в качестве источника делает эксперименты весьма наглядными, явно демонстрирующими сущность физического явления.

В качестве источника излучения применяется полупроводниковый лазер мощностью 6 мВт. Длина волны излучения составляет 650 нм, что соответствует красному свету. Излучатель лазера, имеющий небольшие размеры 15x15x25 мм, подключается через адаптер к сети 220 В.

Кроме полупроводникового лазера комплекс включает в себя: оптическую скамью (направляющую) длиной 93 см, держатели – *стойки*, экран со стойкой для наблюдения, плоские дифракционные голографические решетки, имеющие 50, 100 и 350 штрихов на миллиметр, бипризму Френеля, столик вращающийся, поляроиды в оправе, толстую стеклянную пластину, щели для наблюдения дифракции Френеля и Фраунгофера, линейку для измерений, магниты для крепления бумаги на экране, сетку с мелкими и средними ячейками в оправе для наблюдения дифракции, фотоприемное устройство с датчиком, экран со стойкой и оправой для короткофокусной линзы, набор короткофокусных линз,



заклученных в оправу, параметры которых приведены в таблице.

Дополнительно в состав комплекса включена *мира* –

№	Диаметр линзы, мм	Диаметр оправы, мм	Длина оправы, мм	Тип линзы
1	17	24	57	двояковыпуклая
2	25	30	33	двояковыпуклая
3	27	35	38	плосковыпуклая

заклученная в оправу прозрачная пленка с нанесенной на нее миллиметровой шкалой.

В процессе выполнения лабораторной работы принадлежности и оборудование монтируются на оптической скамье. Наблюдение ведется на экране. Элементы оптического изображения переносятся карандашом на бумагу, закрепленную на экране магнитами. В качестве альтернативного способа регистрации оптического изображения предлагается фотографировать экран, используя для этих целей разнообразные держатели. Обработка полученных изображений со снятием количественных характеристик возможна в любом графическом редакторе. Кроме того такой способ позволяет надежно документировать результаты измерений.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ

Внимание! Лазерное излучение мощностью 6 мВт опасно для сетчатки глаза! Категорически запрещается направлять лазерный луч в глаз! Излучение, отражённое от гладких поверхностей (зеркальных, полированных и пр.), не должно попадать в глаз! Перемещение оптической скамьи, монтаж/демонтаж приспособлений на нее должны осуществляться при выключенном лазере.

Внимание! В процессе выполнения работы категорически запрещается касаться руками или посторонними предметами оптических поверхностей элементов системы: линз, призм, пластин, стекол, поляроидов и пр.

Оптические детали можно держать только за неоптические шлифованные поверхности и ребра. Перед работой оптические детали должны быть заключены в оправы и кассеты. При загрязнении наружных поверхностей оптических систем следует протереть их мягкой чистой тряпочкой.

Используя оптический прибор, необходимо оберегать его от толчков, ударов, падений. Запрещается прилагать значительные усилия при работе с оптическими деталями.

При обнаружении каких-либо неисправностей необходимо обратиться к преподавателю.

Лабораторная работа № ОК-1а

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. БИПРИЗМА ФРЕНЕЛЯ.

ВАРИАНТ 1.

Цель работы: Изучить интерференцию лазерного света на бипризме Френеля. Найти преломляющий угол бипризмы по отклонению луча лазера и по интерференционной картине. Сравнить результаты измерений.

Описание лабораторной установки

Принадлежности. Полупроводниковый лазер, бипризма Френеля, направляющая, набор стоек, короткофокусная линза, экран для наблюдения с магнитами для крепления бумаги, линейка. Мощность лазера 6 мВт , длина волны излучения 650 нм , что соответствует красному свету. Абсолютный показатель преломления бипризмы $n = 1.5$. С помощью стоек лазер, бипризма, линза и экран могут устанавливаться в позициях 1-7 направляющей, Рис. 1.

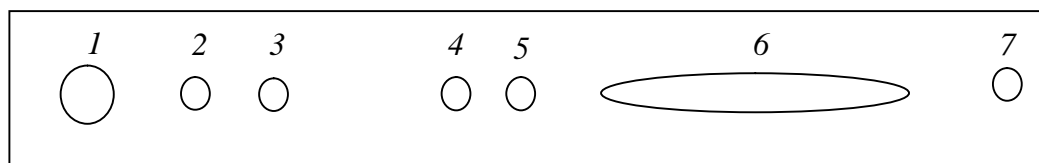


Рис. 1

Внимание, перед выполнением лабораторной работы следует ознакомиться с разделом «Техника безопасности и требования к выполнению работ» и получить разрешение преподавателя на выполнение работы.

Определение преломляющего угла бипризмы по отклонению луча

Бипризма Френеля состоит из двух одинаковых призм, имеющих общее основание и малый преломляющий угол призмы β . Изготавливается бипризма из одного куска стекла.

Световой луч, проходя через стеклянную призму, отклоняется от своего первоначального направления. Рассчитаем величину этого отклонения. На Рис. 2

показан ход луча, преломляющегося призмой. При таком положении призмы и направлении луча преломляющий угол призмы β и угол падения совпадают.

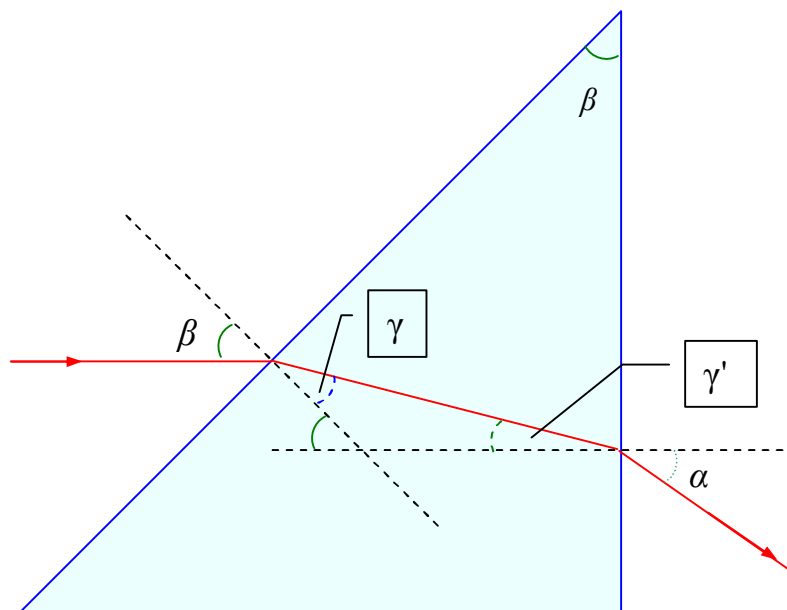


Рис. 2

Если призма находится в воздухе, абсолютный показатель преломления которого можно принять за единицу, а n – абсолютный показатель преломления призмы, то угол преломления γ можно определить из закона Снеллиуса

$$\sin(\beta) = n \cdot \sin(\gamma).$$

Обозначим угол падения луча на правую грань как γ' , тогда угол преломления α также можно определить из закона Снеллиуса

$$n \cdot \sin(\gamma') = \sin(\alpha).$$

Нетрудно видеть, что угол α есть угол отклонения призмой светового луча от его первоначального направления.

Восстановим нормаль в точках падения светового луча на правую и левую грань призмы и рассмотрим треугольник, образованный этими нормалью и преломленным лучом в призме. Очевидна сумма его углов:

$$\gamma' + \gamma + \pi - \beta = \pi.$$

Сделав предположение о малости преломляющего угла призмы $\beta \ll 1$ и, учитывая, что синус малого угла равен самому углу, получим, что призма отклонит луч на угол

$$\alpha = \beta(n-1). \quad (1)$$

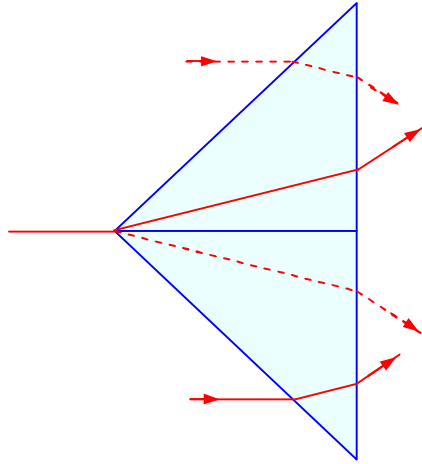


Рис. 3

Пусть на бипризму симметрично падают два параллельных и разведенных на некоторое расстояние луча. Ход лучей показан на Рис. 3 пунктирной и сплошной линиями. Уменьшая расстояние между лучами до нуля, в предельном случае получаем один луч, попадающий в вершину бипризмы. В этом случае из бипризмы выйдут два луча, расходящиеся под углом 2α .

Установка собирается на направляющей, как показано на Рис. 4. Ребро бипризмы устанавливается вертикально. Область излучения лазера имеет вытянутую форму, представляя собой светящуюся щель, которая выставляется параллельно ребру бипризмы.

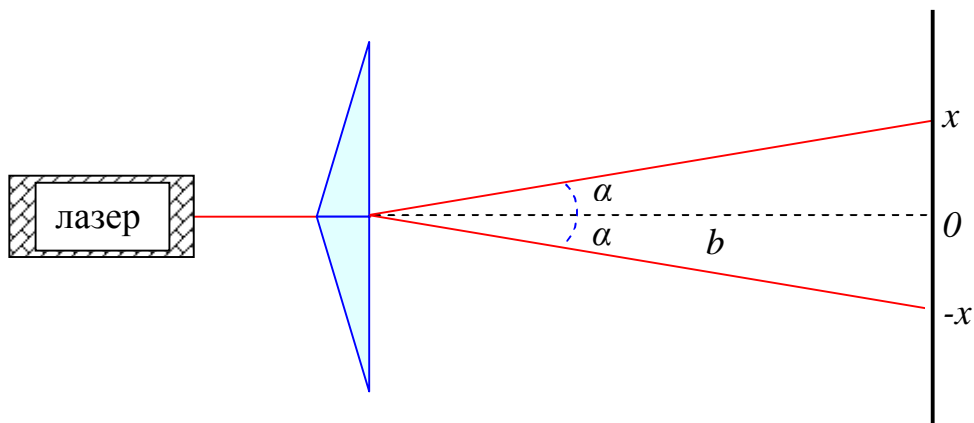


Рис. 4

Бипризма расщепляет луч лазера на два, которые попадают на экран наблюдения (Рис. 4). Малая толщина бипризмы позволяет упростить ход лучей в ней.

Обозначим расстояние от бипризмы до экрана как b , а расстояние между двумя световыми пятнами на экране наблюдения – $h = 2x$, тогда $\operatorname{tg}(\alpha) = x/b$.

Учитывая, что $\alpha \ll 1$, получаем расчетную формулу

$$\beta = \frac{h}{2(n-1)b}, \quad (2)$$

связывающую измеряемые в опыте параметры h и b с преломляющим углом бипризмы.

Серия измерений, если в каждом из них бипризма выставляется на различных расстояниях до экрана, представляет собой косвенные измерения в невоспроизводимых условиях. Погрешность в этом случае рассчитывается по методу расчета случайной погрешности прямых измерений, а результат представляется в виде доверительного интервала.

Пусть β_i – результат одного измерения, а всего их N . Тогда, с доверительной вероятностью P результат измерений лежит в интервале

$$\beta = \bar{\beta} \pm \sigma_{\beta}, \quad P = \dots,$$

$$\bar{\beta} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \beta_i, \quad \sigma_{\beta} = t(P, N) \sqrt{\sum_{i=1}^N (\beta_i - \bar{\beta})^2 / N(N-1)}.$$

Задание 1

1. Соберите установку согласно Рис. 4. Лазер поставьте в позицию 7 направляющей, а экран в позицию 1. Область излучения лазера расположите вертикально. Добейтесь, чтобы лазерный луч попадал в центр экрана.
2. На экране с помощью магнитов закрепите лист масштабной бумаги (миллиметровки).
3. Установите бипризму в кассету, обложив бумажными прокладками. С помощью прижимных винтов и фиксирующей металлической пластины, не прилагая значительных усилий, закрепите бипризму в кассете.

4. Стойку с бипризмой поместите в позицию 6 в ближнее положение к лазеру. Ребро бипризмы должно быть обращено к лазеру и располагаться вертикально. Добейтесь, что бы на экране появились два ярких световых пятна.
5. Измерьте расстояние от бипризмы до экрана и занесите в таблицу.
6. Карандашом отметьте на миллиметровке положение светящихся пятен (их центров). Рядом с отметками проставьте номер опыта.
7. Переставляя последовательно экран в позицию 3 и 5 направляющей, повторно выполните пункты 5-6.
8. Если позволяют условия, то опыт можно проводить с удаленным экраном, располагая его на расстоянии, превышающем длину направляющей.
9. Сняв бумагу, измерьте расстояние между отметками центров световых пятен и занесите в таблицу измерений.
10. По формуле (2) рассчитайте для каждого опыта преломляющий угол бипризмы. Найдите среднее значение преломляющего угла, переведете его в градусную меру.
11. Рассчитайте погрешность косвенных измерений преломляющего угла бипризмы и запишите окончательный результат в виде доверительного интервала. Доверительную вероятность выбрать самостоятельно.

Таблица 1

№	$b, \text{мм}$	$h, \text{мм}$	$\beta, \text{рад}$	$\beta_{\text{ср}}, \text{рад}$	$\beta_{\text{ср}}, \text{град}$
1					
2					
3					

Определение преломляющего угла по интерференционной картине

Направим на бипризму расходящийся пучок света. Это можно сделать, пропустив лазерный луч через собирающую линзу. После преломления в бипризме падающий пучок разделяется на два когерентных с вершинами в мнимых изобра-

жениях S_1 и S_2 источника S , Рис. 5. В области AB экрана пучки перекрываются и создают систему параллельных светлых и темных полос. Они называются интерференционными.

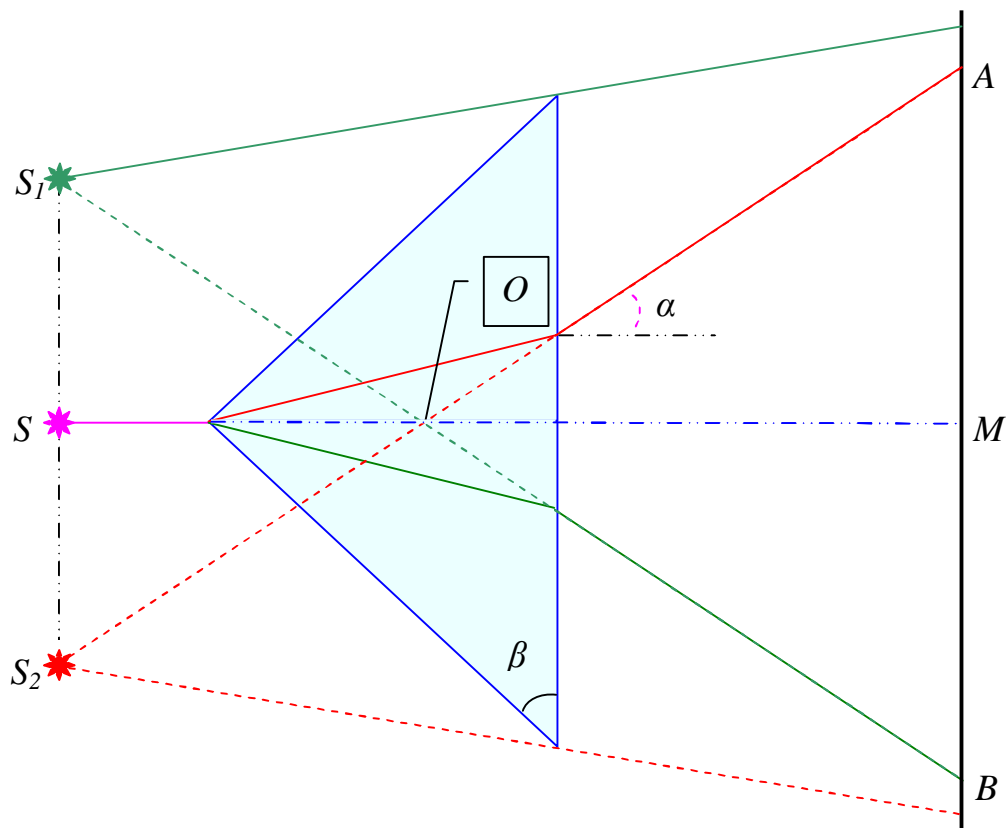


Рис. 5

Интерференционная картина от двух источников впервые была получена Юнгом. Схема его опыта и расчеты параметров интерференционной картины приведены в Приложении 1. Используем эти результаты далее.

Согласно Юнгу ширина интерференционной полосы, которая определяется как расстояние между соседними максимумами, записывается как $\Delta x = \lambda L/d$, где λ – длина волны, L – расстояние от источника до экрана, а d – расстояние между источниками.

Обозначив $a = SO$, $b = OM$, имеем $L = a + b$. Рассматривая треугольник S_1SO , получаем, что $tg(\alpha) = \frac{d}{2a}$. Тогда, $\Delta x = \frac{a+b}{2a \cdot tg(\alpha)} \lambda$. Учитывая, что преломляющий угол бипризмы β мал и связан с углом отклонения α выражением

$\alpha = \beta(n-1)$, получаем формулу, связывающую измеряемые в опыте параметры с преломляющим углом бипризмы Френеля

$$\Delta x = \frac{\lambda(a+b)}{2a \cdot \beta(n-1)}. \quad (3)$$

Лабораторная установка собирается на оптической скамье, как показано на Рис. 6. Собирающая линза с фокусным расстоянием f располагается по возможности ближе к лазеру, а бипризма ближе к линзе, но на расстоянии, превышающем фокусное. При такой расстановке фокус линзы окажется источником расходящихся лучей света.

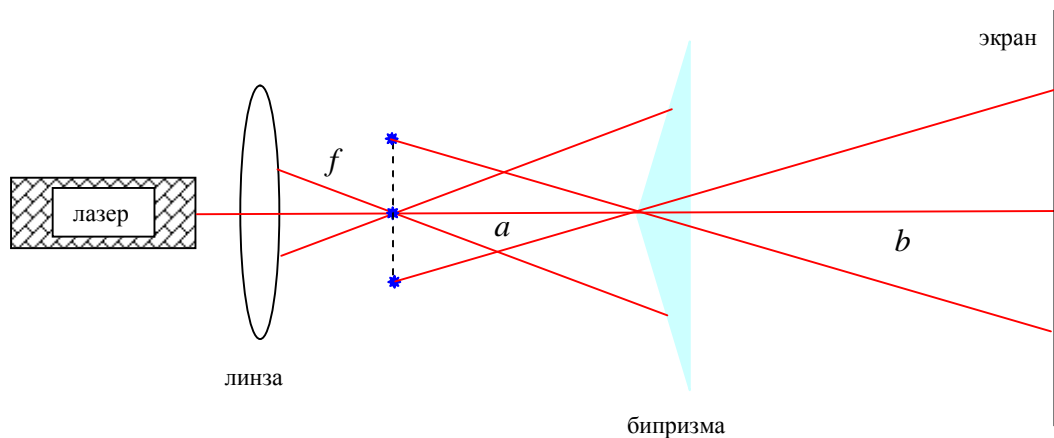


Рис. 6

На экране будет наблюдаться интерференционная картина в виде системы чередующихся светлых и темных полос, Рис. 7.

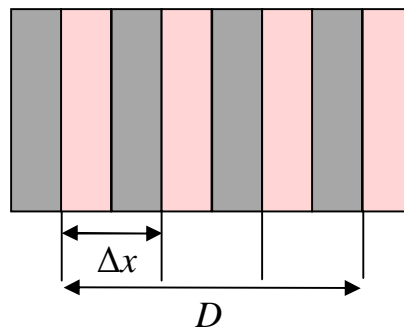


Рис. 7

Отметим левые границы нескольких светлых полос, как показано на Рис. 7. Пусть D – расстояние между крайними границами, N – число интерференционных полос, Тогда, если Δx – ширина интерференционной полосы, $D = \Delta x N$ – со-

вместная ширина интерференционных полос. Число отмеченных границ при этом равняется $N - 1$.

Учитывая (3), получаем

$$\beta = \frac{\lambda N}{2(n-1)D} \left(1 + \frac{b}{c-f} \right), \quad (4)$$

где $c = a + f$ – расстояние между линзой и бипризмой. Зная фокусное расстояние линзы и измеряя параметры расстановки оптических приборов и интерференционной картины, можно рассчитать преломляющий угол бипризмы.

Размер интерференционной картины в данном опыте менее 1 см, что затрудняет работу с ней. Если есть возможность, то следует использовать удаленный экран, располагая его на расстоянии 2-3 метра от бипризмы. В качестве такого экрана может выступать стена аудитории, либо штатный экран с подставкой, установленный на любую горизонтальную поверхность.

Альтернативный способ – фотографирование интерференционной картины с последующее печатью с увеличенным масштабом, либо обработкой в графическом редакторе. Коэффициент увеличения определяется по линиям масштабной координатной бумаги.

Задание 2

1. Соберите установку согласно Рис. 6. Лазер поставьте в позицию 7 направляющей, а экран в положение 1. Область излучения лазера должна быть расположена вертикально. На экране закрепите миллиметровую бумагу.
2. Установите бипризму в среднее положение позиции 6. Ребро бипризмы вертикально и обращено к лазеру.
3. Отъюстируйте установку так, чтобы на экране симметрично располагались два ярких световых пятна.
4. Установите короткофокусную линзу, ее диаметр по оправе составляет 24 мм, длина 57 мм, а фокусное расстояние 20 мм, в позиции 6 (ближнее положение к лазеру). Расстояние между бипризмой и линзой должно превышать фокусное и составлять ~60 мм.

5. Получите на экране интерференционную картину.
6. Измерьте расстояние от линзы до бипризмы и от бипризмы до экрана (c и b соответственно). Внесите в таблицу измерений.
7. Карандашом на миллиметровке отметьте положение левых границ светлых интерференционных полос. Рядом проставьте номер опыта.
8. Переставьте экран, изменив расстояние до бипризмы. Измерьте расстояние от экрана до бипризмы и внесите в таблицу измерений. Повторно выполните пункт 7.
9. Предыдущий пункт выполните 2-3 раза.
10. Для каждого опыта посчитайте количество отмеченных интерференционных полос N и их совместную ширину D . Результаты занесите в таблицу измерений.
11. По формуле (4) рассчитайте для каждого опыта преломляющий угол бипризмы. Рассчитайте среднее значение преломляющего угла в радианной и градусной мере.
12. Полагая измерения косвенными измерениями в невоспроизводимых условиях, рассчитайте доверительный интервал полученной серии измерений. Доверительную вероятность выберите самостоятельно.
13. Запишите результат измерений преломляющего угла бипризмы и сравните его с результатами измерений, полученными в первом опыте.

Таблица 2

№	$c, мм$	$b, мм$	$D, мм$	N	$\beta, рад$	$\beta_{ср}, рад$	$\beta_{ср}, град$
1							
2							
3							

Контрольные вопросы

1. Почему на экране в первом опыте наблюдалось не два световых пятна, а четыре и более?
2. Что такое интерференция?
3. Какие волны называются монохромными, а какие когерентными?
4. Что такое время и длина когерентности?
5. Почему не наблюдается интерференция солнечного света на оконных стеклах?
6. Сформулируйте условие интерференционного максимума и минимума.
7. Нарисуйте ход лучей в интерференционной схеме с двумя источниками. Выведите формулы, определяющие положение интерференционных максимумов и ширины полосы.
8. Выведите рабочие формулы (2) и (4) данной лабораторной работы.

Литература

1. Вводное занятие, часть 2, «Обработка результатов измерений». - Механика и термодинамика: Лабораторный практикум по физике. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015 – 79с.
2. Сарина М.П. Колебания, волны, оптика: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – Ч. 2. Оптика. – 116с.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 4. Волны. Оптика [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Савельев. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 256с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/707>.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 4. Оптика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.В. Сивухин. – Электрон. дан. – Москва : Физматлит, 2002. – 792с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2314>.

Приложение 1

Интерференция. Интерференционная схема Юнга.

Частота видимого света $\sim 10^{14}$ Гц. Оптические приборы и органы зрения, обладая значительной инерционностью, усредняют эти колебания во времени. При этом на рецепторы глаза оказывает воздействие напряженность электрического

поля (световой вектор), а не напряженность магнитного. Глаз регистрируют интенсивность света, пропорциональную энергии электромагнитной волны $I \sim \langle E^2 \rangle$ (угловые скобки означают усреднение по времени).

Монохроматические волны – волны постоянной частоты, неограниченные в пространстве. Бесконечная синусоидальная волна является идеализированной моделью реальных световых волн. Излучение естественных источников имеет сплошной спектр и волны, полученные, например, из солнечного света с помощью светофильтра, квазимонохроматичны. Дело не столько в этом, сколько в том, что сам процесс излучения дискретен.

Пусть в некоторой области пространства перекрываются две плоские монохроматические волны, световые векторы которых колеблются вдоль одного направления

$$E_1 = A_1 \cos(\omega t - kx_1 + \phi_{01}), \quad E_2 = A_2 \cos(\omega t - kx_2 + \phi_{02}).$$

Амплитуда A , циклическая частота ω , волновой вектор k и начальная фаза ϕ_0 полностью определяют световую волну.

В согласии с принципом суперпозиции для напряженности результирующего колебания справедливо $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$. Для интенсивности, квадратичной по напряженности, принцип суперпозиции не выполняется.

Произведем расчет интенсивности с помощью векторной диаграммы, Рис. 8. Отложим из начала декартовой системы координат векторы, длины которых равняются амплитуде каждого из колебаний, а угол между вектором и осью абсцисс равен фазе колебания φ .

Применяя теорема косинусов, запишем амплитуду результирующего колебания в следующем виде

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\Delta\varphi - \pi), \quad \Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = k(x_2 - x_1) + \Delta\phi_0,$$

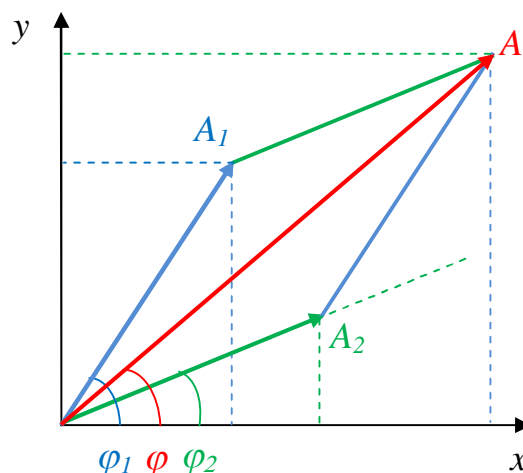


Рис. 8

где $\Delta\varphi$ – разность фаз складываемых колебаний, а $\Delta\phi = \phi_{01} - \phi_{02}$ – разность начальных фаз.

Переходя к интенсивности, получаем, что

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \langle \cos \Delta\varphi \rangle,$$

последнее слагаемое в этой формуле назовем интерференционным членом.

Атом, находящийся в возбужденном состоянии, излучает электромагнитную волну в течение короткого времени $\tau \sim 10^{-8}$ с. Излучение представляет собой “обрывок” синусоиды, вне конечного промежутка времени амплитуда колебаний равна нулю. Такую световую волну называют волновым цугом и, строго говоря, она не является монохроматической.

Излучение атома носит вероятностный характер. Поэтому начальные фазы волновых цугов, последовательно излученных атомами, определяются случайным образом и не зависят друг от друга.

Излучение естественных источников является суперпозицией колоссально-го числа цугов, излучаемых различными атомами независимо друг от друга. Начальные фазы волновых цугов случайны, поэтому значение косинуса, входящего в интерференционный член, равномерно заполняют значения между ± 1 . Среднее же значение равно нулю. Для двух естественных источников, их называют некогерентными (несогласованными), интенсивность просто суммируется $I = I_1 + I_2$. Именно этот результат мы наблюдаем в повседневных опытах.

Когерентными называются источники, разность фаз которых не изменяется в течение времени в каждой точке пространства. Очевидно, что когерентными могут быть только монохроматические волны.

В области перекрытия световых волн, излученных двумя когерентными источниками, возникнет устойчивая во времени картина. Значение косинуса, входящего в интерференционный член, изменяется в области перекрытия от -1 до +1, а предельные значения результирующей интенсивности определяются выражением

$$I = I_1 + I_2 \pm 2\sqrt{I_1 I_2}.$$

Устойчивая картина усиления или ослабления интенсивности в различных точках пространства называют интерференционной, а само явление интерференцией. *Интерференция* – пространственное перераспределение энергии при наложении двух или более когерентных волн.

Интерференционную картину можно получить и от естественных источников света. Для этого используется прием, заключающийся в том, что излучение первичного источника делится при помощи различных оптических систем на несколько вторичных. Излучение же вторичных источников является когерентным.

Пусть разделенные световые волны распространяются в оптически однородных средах с абсолютными показателями преломления n_1 и n_2 . Волновые числа волн определяются выражением $k = 2\pi n/\lambda$, а разность начальных фаз $\Delta\phi_0 = 0$.

Прошедшие различный путь волны в области перекрытия будут иметь разность фаз

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(n_2x_2 - n_1x_1) .$$

Если $n x$ – оптическая длина пути, тогда $\Delta = n_2x_2 - n_1x_1$ – оптическая разность хода двух волн. Тогда разность фаз $\Delta\varphi = 2\pi\Delta/\lambda$.

Интерференционный максимум наблюдается в тех точках пространства, в которых в оптическую разность хода укладывается целое число длин волн

$$\Delta = \pm m\lambda , \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Если же в оптическую разность хода укладывается нечетное количество половин волн,

$$\Delta = \pm(2m + 1)\lambda/2 , \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

то наблюдается интерференционный минимум.

Первым делить излучение источника предложил Юнг. В его опыте пучок монохроматического света от источника S направляется на непрозрачный экран A с узкой щелью, Рис. 9. Эта щель играет роль первичного источника, свет от которого падает на экран B с двумя щелями S_1 и S_2 , расстоянии между которыми d . Все три щели параллельны друг другу. Излучение вторичных когерентных источни-

ков попадает на экран Э, на котором образуется система чередующихся светлых и темных интерференционных полос.

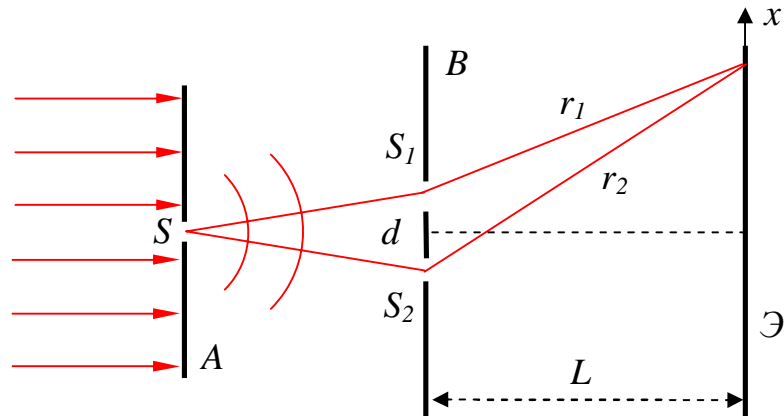


Рис. 9

Расстояния от первой и второй щели до точки наблюдения с координатой x определим из прямоугольных треугольников

$$r_1^2 = L^2 + (x - d/2)^2, \quad r_2^2 = L^2 + (x + d/2)^2,$$

тогда $r_2^2 - r_1^2 = 2dx$. С другой стороны, поскольку $L \gg d$, и $r_2 + r_1 \approx 2L$,

$$r_2^2 - r_1^2 = (r_2 + r_1)(r_2 - r_1) \approx 2L(r_2 - r_1).$$

Оптическую разность хода волн, испущенных источниками S_1 и S_2 , можно представить как

$$\Delta = r_2 - r_1 \approx xd/L.$$

Интерференционный максимум реализуется там, где в оптической разности хода волн укладывается целое число длин волн, тогда

$$x_{\max} = \pm mL\lambda/d, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Интерференционный минимум реализуется там, где в оптической разности хода волн укладывается нечетное число длин полуволн, тогда

$$x_{\min} = \pm(m + 1/2)L\lambda/d, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Определим ширину интерференционной полосы как расстояние между соседними минимумами

$$\Delta x = x_{\min}(m + 1) - x_{\min}(m) = \lambda L/d.$$

Если интенсивность источников совпадает, $I_1 = I_2 = I_0$, то интенсивность на экране изменяется по закону квадрата косинуса

$$I = 2I_0(1 + \cos \Delta\varphi) = 4I_0 \cos^2(\pi dx/\lambda L).$$

На экране в результате интерференции образуется система светлых и темных полос. Если свет не монохроматический, а, например, белый, то полосы окрасятся радужно. Исключение составляет центральный (нулевой максимум), он останется белым. Положение других максимумов зависит от длины волны.

Реальные световые волны имеют спектр конечной ширины, их можно считать когерентными только в течение некоторого времени – времени когерентности. *Время когерентности* – максимальное время отставания одной волны по отношению к другой, при котором они остаются когерентными. Если первоначально волны были в фазе, а через некоторое время разность фаз станет равна π , то волны окажутся в противофазе и будут не когерентны. Через время когерентности гармоническое колебание ”забывает” свою первоначальную фазу.

Длина когерентности – расстояние, которое проходит световая волна за время когерентности. Очевидно, если оптическая разность хода двух световых волн превысит длину когерентности, то интерферировать они не будут.

Согласно определению, время когерентности $\tau = \pi/\Delta\omega$, а, следовательно, $\tau \sim 1/\Delta\nu$. Поскольку $\lambda\nu = c$, то $\Delta\nu = -c\lambda^{-2}\Delta\lambda$. Тогда оценка длины когерентности имеет вид $l = c\tau \sim \lambda^2/\Delta\lambda$.

Оценим длину когерентности световых волн разных источников. Солнечный свет занимает весь оптический диапазон от 400 нм до 700 нм, поэтому $\Delta\lambda=300$ нм, для зеленого цвета, находящегося в средней части диапазона, $\lambda=550$ нм, тогда длина когерентности $\sim 10^{-3}$ мм. Используя узкополосный светофильтр с шириной пропускания $\Delta\lambda=10$ нм, можно увеличить длину когерентности до $\sim 10^{-2}$ мм. Эти оценки показывают, что получить интерференционную картину для таких источников весьма непросто. Другое дело, монохромное в высокой степени лазерное излучение. Для ширины полосы излучений лазера 10^{-3} нм, длина когерентности составляет ~ 300 мм.