

Работа 114* может быть выполнена в двух вариантах: в полном объеме или в сокращенном варианте.

Сокращенный вариант – определение длины волны света (см. пункты а и б в начале раздела 4 ниже). Тогда можно не читать раздел 3 «Влияние размеров источника на вид интерференционной картины», а в разделе 4 можно тогда не читать после подзаголовка «Определение максимальной ширины щели, преломляющего угла бипризмы и апертуры интерференции».

Лабораторная работа №114*

Изучение интерференции света на установке с бипризмой Френеля

1. Интерференция света.

Рассмотрим два точечных монохроматических источника света, излучающих сферические волны одинаковой частоты. В каждой точке окружающего пространства происходит сложение электромагнитных полей этих источников. В зависимости от разности фаз колебаний эти поля могут либо усиливать, либо ослаблять и даже полностью уничтожать друг друга. Будем считать, что сами источники колеблются в фазе. Тогда разность фаз двух волн в данной точке будет определяться различием в расстояниях от этой точки до источников. Если эти расстояния одинаковы или различаются на целое число длин волн (четное число полуволн), то волны придут в точку наблюдения в одинаковых фазах и усилят друг друга. Если же расстояния различаются на нечетное число полуволн, то приходящие колебания оказываются в противоположных фазах и взаимно гасятся. Такое явление сложения двух волновых движений, приводящее к их взаимному усилению в одних местах и к ослаблению в других, называется интерференцией. Если на пути распространяющихся волн поместить экран, то на нем будут наблюдаться чередующиеся светлые и темные участки - так называемая интерференционная картина.

Выясним характер интерференционной картины на плоском экране, параллельном прямой, соединяющей источники света (рис 1). Пусть S_1 и S_2 –

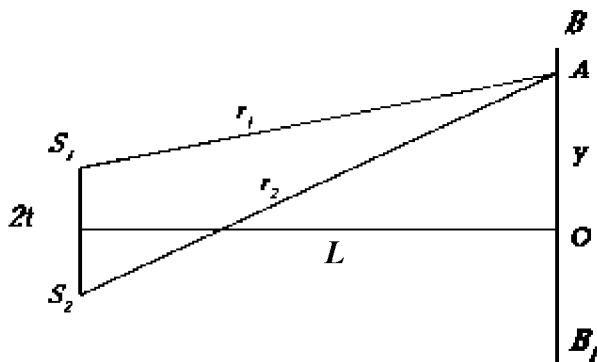


Рис 1.

источники света, а экран, расположенный перпендикулярно плоскости чертежа, представляется прямой линией BB_1 . Назовем центром экрана O основание перпендикуляра, опущенного на экран из середины отрезка S_1S_2 . Проведем на экране оси координат OY - в плоскости чертежа и OZ - перпендикулярно этой плоскости. Нас будет интересовать только

часть интерференционной картины, расположенная вблизи центра экрана на расстояниях, малых по сравнению с расстоянием L между экраном и отрезком S_1S_2 , соединяющим источники света. Расстояние $2t$ между источниками S_1 и S_2 будем считать также малым по сравнению с L . Рассмотрим результат интерференции в некоторой точке экрана $A(y, z)$. Для простоты будем считать, что от источников S_1 и S_2 в точку A приходят волны, одинаковой амплитуды E_o , и обе волны поляризованы в одной плоскости. Поля, создаваемые в точке A первым и вторым источником, имеют вид:

$$E_1 = E_o \cos(\omega \cdot t - k r_1)$$

$$E_2 = E_o \cos(\omega \cdot t - k r_2)$$

где $r_1 = S_1A$, $r_2 = S_2A$ – расстояния от источников до точки наблюдения, а $k = 2\pi / \lambda$ – волновое число. Суммарное поле E равно:

$$E = E_1 + E_2 = 2E_o \cos \frac{k(r_2 - r_1)}{2} \cos(\omega \cdot t - k \frac{r_1 + r_2}{2})$$

Это тоже гармоническое колебание, характеризующееся той же частотой ω , но амплитуда его – $2E_o \cos \frac{k(r_2 - r_1)}{2}$ меняется при перемещении точки A по экрану.

Обозначим $r_2 - r_1 = \Delta$. Величину Δ называют разностью хода двух лучей. Интенсивность света пропорциональна квадрату амплитуды, то есть:

$$I = 4E_o^2 \cos^2 \frac{k(r_2 - r_1)}{2} = 4E_o^2 \cos^2 \frac{2\pi\Delta}{\lambda 2} = 2E_o^2 (1 + \cos \frac{2\pi\Delta}{\lambda})$$

Коэффициент пропорциональности в этой формуле для нас несущественен, поэтому мы попросту положим его равным единице. Таким образом, при $\Delta = m\lambda$, $m = 1, 2, 3, \dots$ интенсивность будет максимальна и равна удвоенной сумме интенсивности первого и второго источника. При $\Delta = (2m + 1) \cdot \lambda / 2$ интенсивность минимальна и равна нулю.

Вычислим разность $r_2 - r_1$ для точки A с координатами y и z . Очевидно:

$$r_1 = \sqrt{L^2 + (y - t)^2 + z^2} = L \sqrt{1 + \frac{(y - t)^2 + z^2}{L^2}}$$

$$r_2 = \sqrt{L^2 + (y + t)^2 + z^2} = L \sqrt{1 + \frac{(y + t)^2 + z^2}{L^2}}$$

Раскладывая r_1 и r_2 в ряд по степеням величин $\frac{(y - t)^2 + z^2}{L^2}$ и $\frac{(y + t)^2 + z^2}{L^2}$ соответственно и ограничиваясь двумя первыми членами разложения, получим:

$$r_1 \approx L \left(1 + \frac{(y - t)^2 + z^2}{2L^2} \right)$$

$$r_2 \approx L \left(1 + \frac{(y+t)^2 + z^2}{2L^2} \right)$$

откуда следует

$$\Delta = r_2 - r_1 \approx \frac{2yt}{L}.$$

Таким образом, разность хода в первом приближении не зависит от координаты Z . Это значит, что интерференционная картина на экране будет представлять собой систему полос, параллельных оси OZ . Распределение интенсивности в зависимости от координаты y (вдоль прямой BB_1 , рис.1) выражается формулой

$$I(y) = 2E_o^2 \left(1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \frac{2t}{L} y\right) \right) \quad (1)$$

и показано на рис.2.

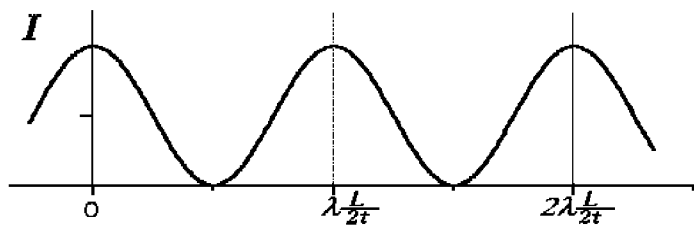


Рис. 2

Из формулы (1) очевидно, что расстояние между соседними максимумами равно

$$\sigma = \lambda \frac{L}{2t} \quad (2)$$

. Эта величина называется шириной полосы интерференции.

2. Осуществление когерентных колебаний в оптике. Бипризма Френеля.

На практике интерференционную картину нельзя наблюдать, пользуясь двумя независимыми источниками. Дело в том, что каждый атом светящегося тела излучает свет очень недолго – в лучшем случае в течение времени порядка 10^{-8} сек. Затем этот же или другой атом может снова возбудиться и начнет излучать, но начальная фаза нового колебания уже не будет, конечно, прежней. Вследствие этого и начальная фаза суммарной волны, излучаемой всем источником, быстро и совершенно неправильно изменяется. Если имеется две волны, излучаемые двумя разными источниками, то точно так же изменяется и разность фаз между ними, как говорят, такие волны *некогерентны*. Некогерентные волны также интерферируют, но положение интерференционной картины быстро (грубо говоря, 10^8 раз в секунду) и неправильно изменяется. Действительно, когда (случайно) источники колеблются в фазе, то центральная полоса должна быть светлой, а когда они колеблются в противофазе – она становится темной. Благодаря такому частому "дрожанию" интерференционной картины наблюдать ее нельзя, экран кажется просто равномерно освещенным.

Для наблюдения интерференционной картины надо обеспечить когерентность двух волн. Это можно сделать, разделив одну исходную волну, излучаемую одним источником, на две волны, распространяющиеся по разным путям. Одним из устройств, позволяющих "расщепить" световую волну, является бипризма Френеля. Она представляет собой две призмы с очень малыми преломляющими углами, сложенные основаниями (в оптике принято называть основанием призмы грань, противоположную преломляющему углу).

На рис.3 показан ход лучей от точечного источника S через бипризму. Лучи, проходящие через две половинки бипризмы, отклоняются в противоположные стороны и за призмой распространяются так, как если бы они приходили из двух источников S_1 и S_2

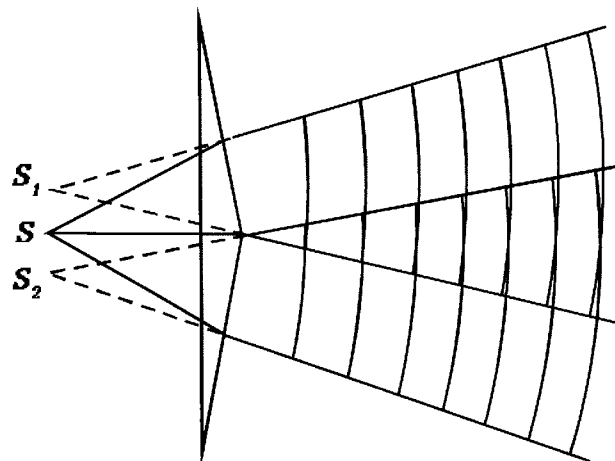


Рис.3

В области, где накладываются волны от обоих мнимых источников, наблюдается интерференционная картина. Когерентность источников света здесь, очевидно, обеспечена. Рассчитаем расстояние между мнимыми источниками S_1 и S_2 в бипризме Френеля. Пусть α - преломляющий угол бипризмы, а n - показатель преломления стекла. Рассмотрим ход луча $PMNK$ (рис.4) падающего на переднюю поверхность бипризмы под углом i_1 . Будем считать этот угол малым, так что $\sin i_1 \approx i_1$.

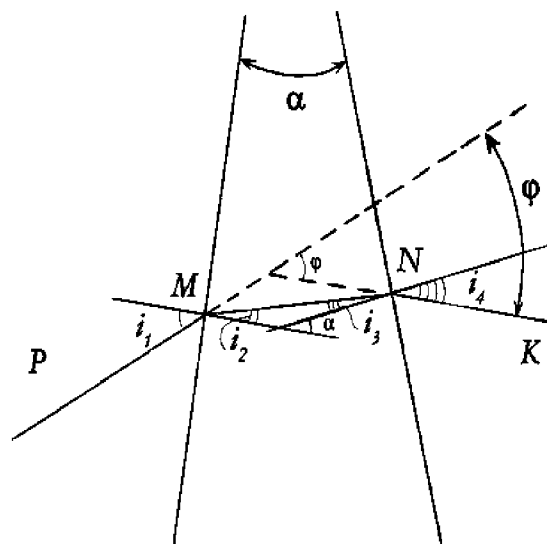


Рис.4

Этот луч, преломившись, пойдет под углом $i_2 = \frac{1}{n}i_1$ к той же поверхности и упадет на вторую поверхность под углом $i_3 = \alpha - i_2 = \alpha - \frac{1}{n}i_1$. После преломления на второй поверхности луч пойдет под углом $i_4 = ni_3 = n\alpha - i_1$. Угол отклонения луча φ – угол между первоначальным направлением луча до входа его в бипризму и конечным, после выхода из нее будет равен

$$\varphi = i_1 + i_4 - \alpha = i_1 + n\alpha - i_1 - \alpha = \alpha(n - 1)$$

Таким образом, угол отклонения луча бипризмой φ зависит только от преломляющего угла α и показателя преломления материала бипризмы и не зависит от угла падения i_1 . Очевидно, что продолжения всех лучей, преломленных одной половиной бипризмы, пересекутся в одной точке S_1 (рис.3), а другой половиной – в точке S_2 . Расстояние $SS_1 = SS_2 = l\varphi = l\alpha(n - 1)$, где l – расстояние от источника света S до бипризмы. Таким образом, расстояние между мнимыми источниками равно

$$2t = 2l\varphi = 2l\alpha(n - 1) \quad (3)$$

3. Влияние размеров источника на вид интерференционной картины. Выражение (1) было выведено для случая точечного источника света. Все реальные источники имеют конечные размеры. Поэтому необходимо выяснить влияние размеров источника на вид интерференционной картины. Реальный физический источник можно представить как совокупность большого числа точечных взаимно некогерентных элементов. Каждый точечный источник дает свою интерференционную картину, и мы видим сумму интенсивностей, получившуюся в результате наложения всех интерференционных картин. Если максимумы интерференции в картинах смещены друг относительно друга, то результирующая картина кажется менее четкой, смазанной, и может даже исчезнуть совсем. Четкость интерференционной картины характеризуют функцией V

$$V = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}},$$

где I_{\max} – максимальная, а I_{\min} – минимальная интенсивности в картине интерференции. Очевидно, V может меняться от 1 (совершенно четкая картина от двух точечных когерентных источников одинаковой интенсивности) до 0 (полное размывание интерференционной картины).

При выводе выражения (1) мы получили, что интенсивность света в первом максимуме

не зависит от координаты Z . Это значит, что интерференционные полосы перпендикулярны к плоскости, в которой находится первичный источник S и вторичные источники S_1 и S_2 . Следовательно, если S смещать перпендикулярно к этой плоскости, то полосы будут смещаться вдоль своих направлений. Таким образом, использование линейного источника, перпендикулярного плоскости, в которой лежат источники S , S_1 и S_2 , не приведет к ухудшению интерференционных полос, по крайней мере в тех случаях, когда их кривизна незначительна. Поэтому на практике в качестве источника обычно используют узкую щель, увеличивая тем самым яркость картины интерференции. Для получения еще более яркой картины приходится увеличивать ширину щели. Однако полосы интерференции при этом размываются. Рассмотрим, как зависит видимость интерференционной картины от ширины щели. Если точечный источник S (рис.5) сместить на малое расстояние δ под прямым углом к оси SO в плоскости SS_1S_2 ,

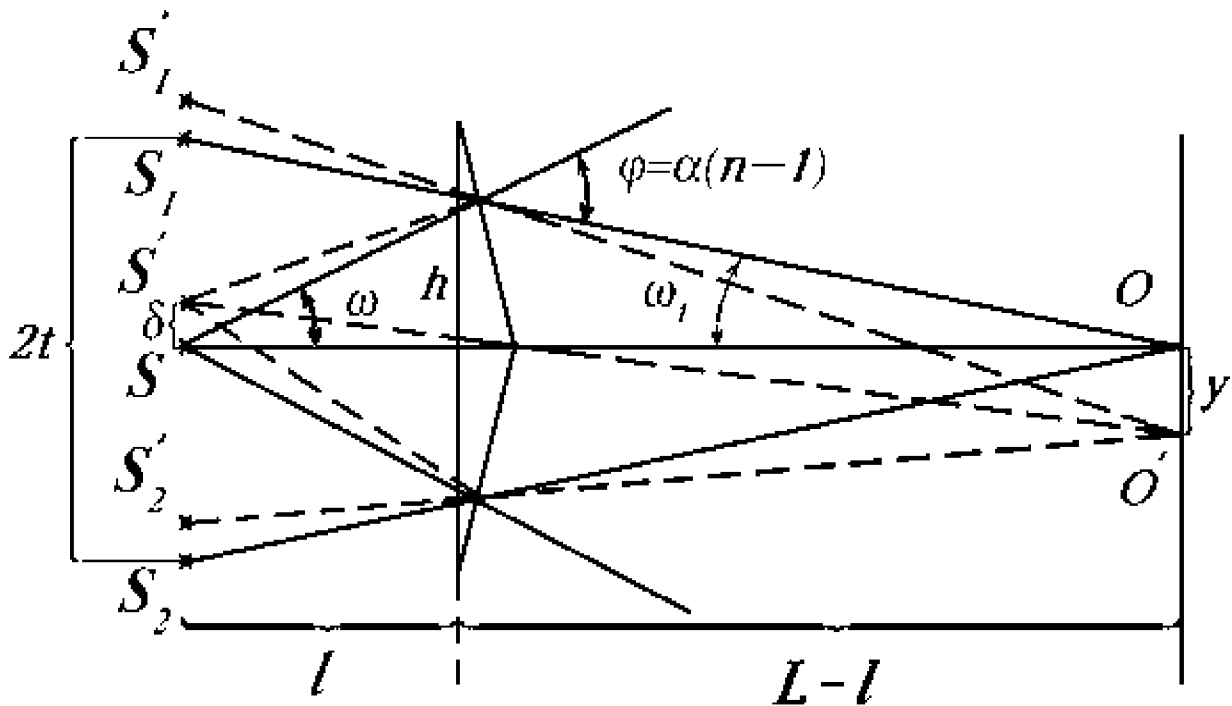


Рис.5

то и вторичные источники S_1 и S_2 сместятся в положение S_1' и S_2' . С точностью до членов второго порядка малости расстояние между ними не изменится. Следовательно, и расстояние между полосами интерференции не изменится, но центральная полоса сместится из точки O в точку O' , соответственно и вся интерференционная картина сместится на величину:

$$y = \delta \frac{L-l}{l} \quad (4)$$

Пусть источником света служит щель шириной $2b$ с центром в S . Разделим щель на элементарные полоски, которые можно считать бесконечно узкими. Каждая полоска дает

свою интерференционную картину, все они немного сдвинуты относительно друг друга, так, что крайним точкам щели соответствует сдвиг на величину

$$2y_b = 2b \frac{L-l}{l}$$

Так как все элементарные полосы являются некогерентными источниками, то интенсивности отдельных интерференционных картин просто складываются. Очевидно, видимость результирующей картины зависит от соотношения между сдвигом y_b и шириной полосы интерференции σ . Это показано на рисунках 6а-6г. На этих рисунках тонкими линиями показано распределение интенсивности вдоль оси y от отдельных элементарных участков щели, более толстой линией – интенсивность результирующей картины (нормированная так, чтобы средняя интенсивность на всех чертежах была одинаковой). На оси y жирной чертой отмечена величина сдвига $2y_b$. Из рис.6 видно: если

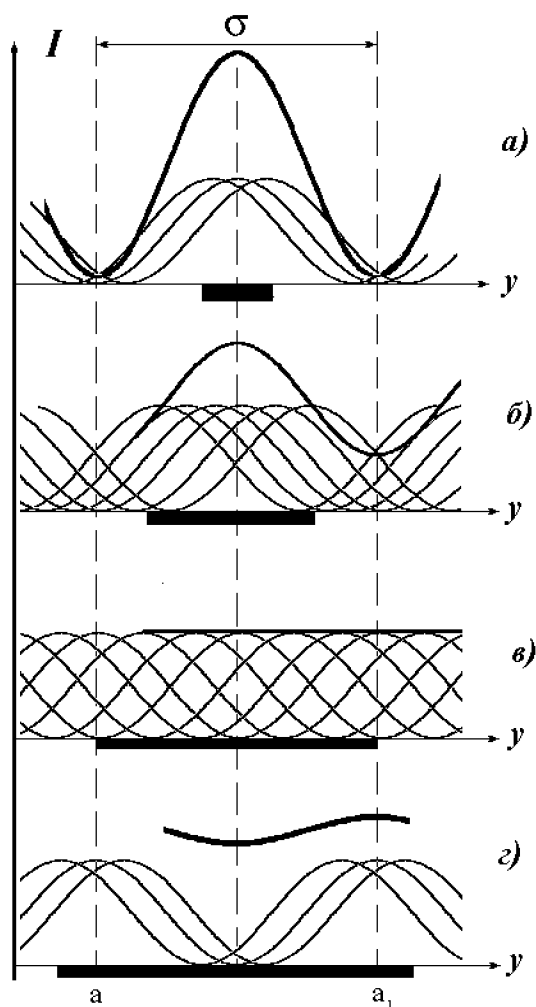


Рис. 6

$2y_b \ll \sigma$, то картина резкая, $V \approx 1$ (рис.6а). При $2y_b = \sigma/2$ (рис.6б) картина еще достаточно хорошо видна, $V \approx 2/3$. При $2y_b = \sigma$ (рис.6в) - картина полностью размыта, $V = 0$, и виден

только равномерный светлый фон. Если увеличивать ширину щели еще больше, то интерференционные полосы опять появляются. Действительно, часть щели aa_1 (рис.6г), которая соответствует сдвигу $2y_b = \sigma$ дает равномерный светлый фон, а свет от крайних участков щели a_1a_2 образует интерференционные полосы, видимые на этом фоне, но максимумы интенсивности оказываются на тех местах, где раньше были минимумы и наоборот. Таким образом, результирующая интерференционная картина мало контрастна и сдвинута на половину полосы. При дальнейшем расширении щели картина становится еще менее контрастной и постепенно исчезает. Получим выражение для максимальной ширины щели $2b_m$, соответствующей полному размыванию картины, $V=0$. Имеем:

$$2y_b = 2b_m \frac{L-l}{l} = \sigma \quad (4a)$$

подставим сюда выражение для σ по (2):

$$2b_m = \lambda \frac{L}{2t} \frac{l}{L-l} \quad (4b)$$

Заметим, что $\frac{t}{L} = \frac{h}{L-l}$, и кроме того $\frac{h}{l} = \omega$, (см. рис.5), (угол ω считаем малым, так что

$tg\omega \sim \omega$. Подставив это в выражение для $2b_m$, получим окончательно:

$$2b_m = \frac{\lambda}{2\omega} \quad (5)$$

угол 2ω - угол между двумя лучами, идущими через два плеча интерферометра, называется апертурой интерференции. Конечно, наблюдать интерференцию можно только при более узких щелях. Интерференционную картину считают еще достаточно хорошей для наблюдения, если $2y_b = \sigma/2$, т.е. $V \approx 2/3$. Ширина щели, соответствующая этому условию называется допустимой шириной щели.

$$2b_{don} = \frac{1}{2} (2b_m) = \frac{\lambda}{4\omega} \quad (5a)$$

Формула (5a) верна не только для бипризмы Френеля, но и для любого другого интерференционного прибора.

Апертура интерференции является одной из количественных характеристик, позволяющих сравнивать различные интерференционные установки между собой - чем больше апертура интерференции, тем меньше должен быть размер источника света для получения резкой интерференционной картины.

Рассчитаем апертуру интерференции для установки с бипризмой. Подставив в формулу (4b) отношение $l/2t$, определенное из (3), и учтя выражение (5), получим

$$2\omega = 2\varphi \frac{L-l}{L} = 2\alpha(n-1) \frac{L-l}{L} \quad (6)$$

Так как расстояние от щели до бипризмы, как правило, мало по сравнению с расстоянием до места наблюдения интерференционной картины, то $L-l \sim L$ и угол ω при изменении расстояний меняется мало и определяется в основном преломляющим углом бипризмы. Чем меньше преломляющий угол α , тем больше может быть взята ширина щели. Кроме того, как видно из формул (2) и (3), при малом преломляющем угле ширина интерференционных полос получается больше. Поэтому бипризму и делают всегда с малым преломляющим углом.

4. Цель работы, экспериментальная установка и измерения.

Цель работы - познакомиться с явлением интерференции на установке с бипризмой Френеля.

В работе требуется:

- а) Отъюстировать установку и получить четкую интерференционную картину.
- б) Измерить ширину интерференционной полосы σ , расстояние $2l$ между мнимыми источниками света и расстояние L от источника света до интерференционной картины. Прodelать такие измерения для нескольких расположений приборов (разные L и l). Найти длину волны света.
- в) Для какогонибудь одного расположения приборов измерить смещение интерференционной картины y при смещении источника света на небольшое расстояние δ , измерить ширину интерференционной полосы σ , вычислить максимальную ширину щели, определить апертуру интерференции и преломляющий угол бипризмы.
- г) Для этого же расположения приборов наблюдать изменение видимости интерференционной картины при изменении ширины щели, определить ширину щели, соответствующую полному размыванию картины, сравнить с результатом, полученным для максимальной ширины щели в предыдущем задании.

Экспериментальная установка

Источником света служит оптическая щель, освещаемая светом натриевой лампы. Лампа дает яркую желтую линию (резонансный дублет натрия). Для включения служит специальное питающее устройство, которое включается в сеть переменного тока напряжением 127В (розетки на стене около установки), после включения лампа должна некоторое время прогреваться, и только после этого начинает гореть с полной яркостью, выключать лампу при кратковременных перерывах в работе не следует. Лампа смонтирована в металлическом кожухе для защиты от лишнего света. Щель следует ставить как можно

ближе к окну кожуха, чтобы лишний свет не выходил в комнату, ширину щели можно менять с помощью микрометрического винта. Щель установлена на штативе, позволяющем передвигать её в направлении, перпендикулярном оси установки. Величина перемещения измеряется с помощью микрометрического винта. Бипризма установлена на штативе, позволяющем наклонять её, добиваясь параллельности ребра бипризмы и щели. Кроме того, конструкция штатива обеспечивает возможность поперечного перемещения бипризмы.

Для наблюдения интерференционной картины и измерения расстояния между полосами служит окулярный микрометр. Его описание прочтите в книге В.А.Соловьев и В.Е.Яхонтова, Руководство к лабораторным работам по физике, § 2.2, стр57.

Все приборы смонтированы на рейтерах, установленных на оптической скамье.

Юстировка приборов.

Прежде всего, необходимо установить щель, бипризму и окуляр на одной прямой, параллельной оптической скамье. Установка приборов по высоте может производиться на глаз, но к их размещению в горизонтальной плоскости (поперек щели) предъявляются довольно высокие требования. Критерием правильности установки служит отсутствие поперечного смещения интерференционной картины при движении любого из приборов вдоль оптической скамьи. Практически разумно вести установку в следующем порядке. Бипризму следует поставить недалеко от щели. Глядя невооруженным глазом на щель через ребро бипризмы, нужно отрегулировать наклон последней так, чтобы щель казалась расщепленной на две щели, параллельные между собой и одинаково резкие по всей длине; при этом ребро бипризмы будет приблизительно параллельным щели. Если установка выполнена тщательно и щель достаточно узка, то обычно удастся с помощью окуляра сразу обнаружить интерференционную картину, состоящую из 5 - 10 полос. Найти её легче, если поставить окуляр недалеко от бипризмы. Кроме того, полезно еще невооруженным глазом проследить направление луча, идущего от щели через ребро бипризмы и установить бипризму так, чтобы этот луч был хотя бы приблизительно параллелен оптической скамье, а окуляр подвести под этот луч (как бы прицеливаясь).

Если ребро бипризмы не параллельно щели или щель слишком широка, вместо интерференционной картины будет видна размытая светлая полоса. В этом случае следует улучшить картину, уточняя наклон бипризмы и сужая щель. После этого нужно начать медленно передвигать окуляр вдоль оптической скамьи, следя за перемещением интерференционной картины в поле зрения. Если она сдвигается вправо или влево, то и

бипризму и окуляр следует передвинуть в поперечном направлении (Подумайте сами, в какую сторону. Полезно нарисовать чертеж, на котором указать направление луча, идущего от щели через ребро бипризмы и путь, по которому перемещается окуляр). Окончательно следует добиться того, чтобы центр интерференционной картины при движении окуляра не смещался относительно указателя.

Когда установка приборов на одной прямой закончена, следует окончательно уточнить наклон бипризмы и ширину щели, добиваясь наилучшей видимости интерференционной картины (должно быть видно возможно большее число полос при не слишком малой их освещенности) .

Определение длины волны света.

Длина волны λ связана с шириной полосы интерференции σ , расстоянием $2t$ между мнимыми источниками света и расстоянием L от щели до фокальной плоскости окуляра соотношением (2). Ширину полосы σ измеряют окулярным микрометром, наводя его указатель последовательно на различные полосы, при этом лучше пользоваться темными, а не светлыми полосами, т.к. для них наведение получается точнее.

Расстояния $2t$ и L измеряются с помощью дополнительной линзы - объектива. Объектив ставится между бипризмой и окулярным микрометром в такое положение, чтобы в фокальной плоскости окуляра были видны резкие изображения щели – (см. *рис. 7*), где для простоты бипризма не показана, а показаны только мнимые изображения щели S_1 и S_2 .

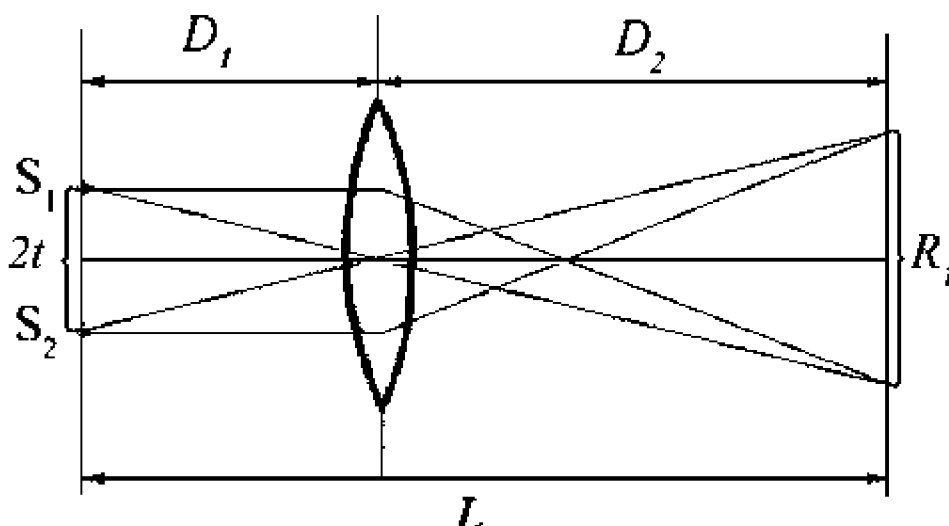


Рис. 7

Из рисунка непосредственно видно, что расстояние между изображениями в фокальной плоскости окуляра равно

$$R_1 = 2t \frac{D_2}{D_1} \quad (7)$$

Если бы эти расстояния были известны, то найти величину $2t$ было бы нетрудно. Однако, мы не знаем ни точного положения источников S_1 и S_2 , ни точного положения фокальной плоскости окуляра. По той же причине невозможно непосредственно измерить расстояние L . Чтобы обойти эту трудность, следует найти второе положение объектива, дающее резкое изображение источников. В этом положении расстояния D_1 и D_2 меняются местами, и расстояние между изображениями будет

$$R_2 = 2t \frac{D_1}{D_2} \quad (8)$$

Перемножая уравнения (7) и (8), получим:

$$2t = \sqrt{R_1 R_2} \quad (9)$$

Измерив расстояния R_1 и R_2 с помощью окулярного микрометра, можно вычислить расстояние между мнимыми источниками $2t$.

Из тех же измерений нетрудно найти и расстояние $L = D_1 + D_2$. Деля почленно уравнение (7) на уравнение (8) находим

$$D_1 / D_2 = \sqrt{R_2 / R_1} \quad (10)$$

Если известно расстояние d между двумя положениями объектива, дающими резкое изображение щели (измеряется до шкалы, прикрепленной к оптической скамье) то

$$D_2 - D_1 = d \quad (11)$$

и из уравнений (10) и (11) находим

$$\begin{aligned} D_1 &= \frac{d\sqrt{R_2}}{\sqrt{R_1} - \sqrt{R_2}}, & D_2 &= \frac{d\sqrt{R_1}}{\sqrt{R_1} - \sqrt{R_2}} \\ L &= d \frac{\sqrt{R_1} + \sqrt{R_2}}{\sqrt{R_1} - \sqrt{R_2}} \end{aligned} \quad (12)$$

Подставляя $2t$ и L по (9) и (12) в выражение (2), получим формулу для вычисления длины волны :

$$\lambda = \sigma \frac{\sqrt{R_1 R_2}}{d} \frac{\sqrt{R_1} - \sqrt{R_2}}{\sqrt{R_1} + \sqrt{R_2}}$$

При измерении расстояний R_1 и R_2 объектив устанавливается так, чтобы изображения щели располагались симметрично относительно указателя окуляра, уже

установленного на центр интерференционной картины. Окуляр должен располагаться не слишком близко от бипризмы - расстояние между бипризмой и окуляром должно обеспечивать возможность получения изображения щели при двух положениях объектива.

Измерения длины волны проводятся при нескольких разных расположениях приборов. При этом нужно передвигать не только окуляр (изменяя расстояние L), но и бипризму, меняя тем самым расстояние $2t$ между источниками.

Если обработка данных проводится вручную, то достаточно 4–5 измерений, если на ЭВМ – сделайте больше: 2–3 разных положения бипризмы и для каждого из них 3–4 положения окуляра..

Определение максимальной ширины щели, преломляющего угла бипризмы и апертуры интерференции.

Для определения этих величин необходимо знать отношение расстояний: l – источник света – бипризма и $L-l$ – бипризма – фокальная плоскость окуляра. Действительно, из формулы (4a) получаем для максимальной ширины щели

$$2b_m = \sigma \frac{l}{L-l}$$

а из формул (3) и (2) после несложных преобразований получим выражение для угла отклонения и преломляющего угла бипризмы

$$\varphi = \frac{\lambda}{2\sigma} \left[\frac{L-l}{l} + 1 \right] \quad \alpha = \frac{1}{n-1} \frac{\lambda}{2\sigma} \left[\frac{L-l}{l} + 1 \right] = \frac{\varphi}{n-1}$$

Для измерений выбирают такое расположение приборов, при котором интерференционная картина получается наиболее четкой. Ширина полосы измеряется окулярным микрометром. Длина длины λ определена в предыдущем задании. Для определения отношения $\frac{L-l}{l}$ смещаем щель с помощью микрометрического винта в горизонтальной плоскости перпендикулярно оси установки на небольшое расстояние δ и измеряем окулярным микрометром смещение центральной полосы интерференционной картины y . Тогда $\frac{L-l}{l} = \frac{y}{\delta}$ (см. формулу (4) и рис 5). Измерения, как всегда, проделываем несколько раз.

Апертуру интерференции определите по формуле (5)

При вычислении преломляющего угла примите для показателя преломления $n=1.56$.

Наблюдение изменения видимости интерференционной картины при изменении ширины щели

Сначала щель нужно закрыть. Наблюдая за интерференционной картиной в окуляр, поворачиваем барабан микрометрического винта щели так, чтобы яркость картины уменьшалась. Когда яркость значительно снизится и перестанет изменяться при дальнейшем повороте винта – щель полностью закрыта. Не старайтесь получать полную темноту, закрывая щель – створки щели никогда не сходятся совершенно плотно и небольшое количество света всегда проходит.

Помните – оптическая щель – тонкий прибор, требующий осторожного обращения. Если створки щели загрязнены – на интерференционной картине видны тёмные горизонтальные полосы – обращайтесь к лаборанту. Закрывайте щель медленно и осторожно, всё время наблюдая интерференционную картину, и сразу же прекратите вращение барабана, когда увидите, что щель закрыта – иначе испортите механизм закрывания щели.

Закрыв щель, начинаем вращать барабан в обратную сторону (раскрывая щель) и замечаем момент, когда яркость интерференции картины начинает увеличиваться. Делаем отсчет по барабану – положение “нуля” щели.

Раскрываем щель и наблюдаем раскрытие интерференционной картины. Замечаем момент, когда картина полностью смазывается (видимость равна нулю) и делаем второй отсчёт по барабану. Разность отсчётов определит максимальную величину щели $2b_m$. Раскрывая щель ещё больше, наблюдаем появление интерференционной картины, сдвинутой на половину полосы.

Сравните результат определения $2b_m$ в этом и предыдущем задании. Какое измерение точнее?