ВВЕДЕНИЕ

Для объяснения тепловых явлений в физике используется две теории света – волновая и корпускулярная. Согласно волновой (электромагнитной) теории световое излучение – это электромагнитные волны, длина которых лежит в пределах от 0,38 до 0,77 мкм. Согласно корпускулярной (фотонной) теории световое излучение – это поток особых частиц – фотонов, обладающих энергией, массой и импульсом.

Явление интерференции света является одним из важнейших доказательств волновой природы света. Одной из групп способов наблюдения интерференции от естественных источников света является группа способов разделения светового фронта. В данной работе рассматривается один из таких методов: метод с использованием бипризмы Френеля. Таким образом, работа целесообразна и рекомендована для выполнения в разделе «Волновая оптика».

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить явление интерференции. Ознакомиться с одним из способов наблюдения интерференционной картины: способом бипризмы Френеля (способом разделения светового фронта) и найти длину волны оптического излучения.

*Указания по выполнению лабораторной работы:*

1. Проработайте теорию по теме [1-3].

2. Изучите методику эксперимента, выведите расчетную формулу.

3. Ответьте на контрольные вопросы.

2 ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**Интерференция *(от лат. inter – взаимно, между собой и ferio – ударяю, поражаю) – явление перераспределения интенсивности света в пространстве вследствие наложения двух или нескольких когерентных волн, в результате чего в одних местах возникают максимумы, а в других минимумы интенсивности.***

***Волны называются когерентными, если они имеют одинаковую частоту и в точках наложения – устойчивую разность фаз.***

Следовательно, если волны когерентны, то наблюдается самосогласованное течение во времени и пространстве нескольких волновых процессов. Этому условию удовлетворяют волны одной строго определенной частоты – ***монохроматические волны.***

Из обыденного опыта известно, что при наложении света от двух независимых источников не удается наблюдать явления интерференции. Таким образом, волны, излучаемые независимыми источниками света, некогерентны. Этот результат является следствием того, что ни один источник не испускает точно монохроматического света.

Излучение света происходит в процессе перехода атомов из возбужденного состояния в нормальное. Процесс излучения длится очень короткое время . Через некоторое время атом снова может перейти в возбужденное состояние и начать излучать световые волны, но уже с другой начальной фазой. Поскольку разность фаз между излучением двух таких независимых атомов изменяется при каждом новом акте излучения, то спонтанно излучаемые атомами любого источника света волны некогерентны. Следовательно, излучаемые атомами волны лишь в течение интервала времени  имеют примерно постоянную амплитуду и фазу колебаний, тогда как за большой промежуток времени и амплитуда и фазы изменяются [1-4] .

Для получения когерентных световых волн используют метод разделения волны, излучаемой источником, на две части, которые после прохождения разных оптических путей накладываются друг на друга и дают интерференционную картину.



Пусть разделение на две когерентные волны происходит в определенной точке *О* (рис.2.1). До точки *М*, в которой наблюдается интерференционная картина, одна волна прошла путь *d*1 в среде с показателем преломления , вторая – в среде с показателем преломления  – путь *d*2.

Первая волна вызовет в точке *M* гармонические колебания,

а вторая

,

где ,  – фазовая скорость первой и второй волны, соответственно.

Поскольку в точке *M* складываются два гармонических колебания одинакового периода, происходящие в одинаковом направлении, то результирующее колебание будет также гармоническим с тем же периодом и в том же направлении. Амплитуда этого колебания равна:

.

Разница фаз  двух когерентных волн от одного источника:

.

Так как , где  –длина волны в вакууме, то

.

*Произведение геометрической длины d пути световой волны на показатель n преломления этой среды называется* ***оптической длиной пути*** *L, а разница оптических длин прошедших волн путей  называется* ***оптической разницей хода.***

Поскольку интенсивность волны пропорциональна квадрату ее амплитуды, то результирующая интенсивность в точке *M* определяется соотношением

.

В случае когерентных волн обязательным является условие,

а для удобства допустим, что . В результате

.

Если оптическая разница хода равна четному числу полуволн в вакууме:

,

то  и колебания, возбуждаемые в точке *M* обеими волнами, происходят в одинаковых фазах. Следовательно,  и результирующая интенсивность – максимальная:

 ;

 .

Таким образом, максимум интенсивности при наложении двух когерентных волн будет в точках, для которых в разнице хода лучей укладывается четное число полуволн. Совокупность таковых точек образует интерференционные полосы, порядок которых определяется числом *m*.

Если оптическая разница хода:

, де,

то  и колебания, возбуждаемые в точке *М* обеими волнами, находятся в противофазе, . Результирующая интенсивность при этом будет минимальна:

 ;

 .

Таким образом,

 *–* ***условие интерференционного максимума****, а*

 *–* ***условие интерференционного минимума****.*

Целые числа *т =*называются порядок интерференционной полосы.

1. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ВИВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ФОРМУЛИ

Существует два метода искусственного разделения светового потока:

1) метод разделения светового фронта, используемый для точечных источников (метод Юнга, бипризма Френеля, зеркало Френеля);

2) метод разделения амплитуды с использованием пластинок (или плёнок), частично пропускающих и отражающих свет (кольца Ньютона, интерференция в плоско параллельных пластинах и тонких пленках).

В работе изучается метод бипризмы Френеля – это бипризма, состоящая из двух стеклянных призм с малыми преломляющими углами *β*, сложенными друг к другу своими основаниями (см. рис. 3.1).

Как правило, бипризма изготавливают из одного куска стекла. Источником света является ярко освещенная щель *S*, параллельная ребру бипризмы. После преломления в бипризме падающий пучок света делится на два когерентных пучка с вершинами *S*1 и *S*2 в воображаемых изображениях щели *S*. В области *АВ* экрана пучки перекрываются и дают систему параллельных интерференционных полос.

Можно показать, что при  и небольших углах падения на грань призмы все лучи будут отклоняться примерно на одинаковый угол . Такая ситуация реализуется, когда источник света и экран находятся на большом расстоянии от бипризмы (значительно больше ее размеров).

Таким образом, каждая половина бипризмы отклоняет падающие лучи на угол:

 (3.1)

где  − показатель преломления материала бипризмы,

 − преломляющий угол бипризмы.

Расстояние *d* между мнимыми источниками можно определить по формуле :

≈. (3.2)

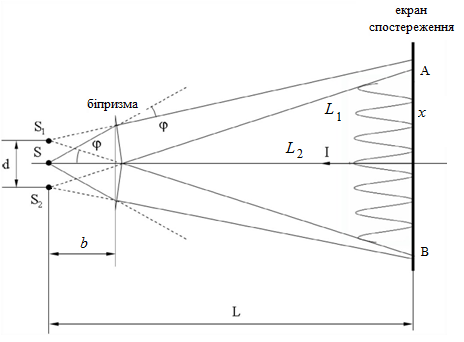


Рисунок 3.1 − Ход лучей в методе бипризмы Френеля

Расстояние *L* от источников до экрана равно *L=a+b*, где *а* –расстояние между бипризмой и экраном.

Рассмотрим два луча, распространяющихся от источников *S*1 и *S*2 вдоль оптических путей и , которые сходятся в точке с координатой *х*. Из рис. 3.1 видно, что





Условие интерференционных максимумов имеет вид

 (3.3)

По условию малости углов падения лучей имеем *L*1 ≈*L*2 ≈*L* , тогда из разницы  можем определить оптическую разницу хода интерферирующих лучей

 ≈

 (3.4)

Если приравнять правые части (3.3) и (3.4), то получим значение координаты  для интерференционных максимумов:

 (3.5)

Если  та  координаты двух соседних максимумов, то расстояние между ними

. (3.6)

Следует отметить, что для двухлучевой интерференции ширина интерференционных полос равна расстоянию между ними и не зависит от порядка максимумов *т*. Подставив (3.2) в (3.6), получим выражение для ширины интерференционной полосы:

 (3.7)

Для волн разной длины с (3.6) имеем:



Поделив  на , получим:

 (3.8)

Если ширина всей интерференционной части, имеющая четкое изображение, равна , число видимых полос , то ширина одной полосы равна:

 (3.9)

Поделив  на  из , и используя (3.8) получим:

 (3.10)

Таким образом, зная длину волны , из (3.10) можно определить неизвестную :

 (3.11)

Формула (3.11) является **расчетной** **формулой** этой лабораторной работы.