ВСТУП

Для пояснення теплових явищ у фізиці використовується дві теорії світла *–* хвильова і корпускулярна. Згідно хвильової (електромагнітної) теорії світлове випромінювання – це електромагнітні хвилі, довжина яких лежить в межах від *0,38* до *0,77 мкм.* Згідно з корпускулярної (фотонної) теорії світлове випромінювання – це потік особливих частинок – фотонів, які мають енергію, масу і імпульс.

Явище інтерференції світла є одним із важливих доказів хвильової природи світла. Однією із груп методів спостереження інтерференції від природних джерел світла є група методів розділення світлового фронту. В даній роботі розглядається один із таких методів: метод з використанням біпризми Френеля. Отже робота є доцільною та рекомендованою для виконання у розділі «Хвильова оптика».

1 ЦІЛЬ РОБОТИ

Вивчити явище інтерференції. Ознайомитися з одним із методів спостереження інтерференційної картини: методом біпризми Френеля (методом розділення світлового фронту) та визначити довжину хвилі оптичного випромінювання.

*Вказівки щодо виконання лабораторної роботи:*

1. Пропрацюйте теорію за темою роботи [1-3].
2. Вивчіть методику експерименту, виведіть розрахункову формулу.
3. Дайте відповідь на контрольні питання.

2 ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

**Інтерференція** (від лат. inter − взаємно, між собою і ferio − ударяю, вражаю) − явище перерозподілу інтенсивності світла в просторі внаслідок накладання двох або кількох когерентних хвиль, в результаті чого в одних місцях виникають максимуми, а в інших мінімуми інтенсивності.

Хвилі називаються **когерентними**, якщо вони мають однакову частоту і в точках накладання – сталу різницю фаз.

Отже, якщо хвилі когерентні, то спостерігається самоузгоджений перебіг в часі і просторі декількох хвильових процесів. Цю умову задовольняють хвилі однієї строго визначеної частоти – ***монохроматичні хвилі****.*

З повсякденного досліду відомо, що при накладанні світла від двох незалежних джерел не вдається спостерігати явища інтерференції. Таким чином, хвилі, які випромінюються незалежними джерелами світла, некогерентні. Цей результат є наслідком того, що жодне джерело не випромінює точно монохроматичного світла.

Випромінювання світла відбувається в процесі переходу атомів із збудженого стану в нормальний. Процес випромінювання скінченний і триває дуже короткий час . Через деякий час атом знову може перейти до збудженого стану і почати випромінювати світлові хвилі, але уже з іншою початковою фазою. Оскільки різниця фаз між випромінюванням двох таких незалежних атомів змінюється при кожному новому акті випромінювання, то хвилі, що спонтанно випромінюються атомами будь-якого джерела світла, некогерентні. Отже, хвилі, що випромінюються атомами, лише протягом інтервалу часу  мають приблизно сталу амплітуду і фазу коливань, тоді як за великий проміжок часу і амплітуда, і фази змінюються [1-4] .

Для отримання когерентних світлових хвиль застосовують метод розділення хвилі, що випромінюється одним джерелом, на дві частини, які після проходження різних оптичних шляхів накладаються одна на одну і в результаті спостерігається інтерференційна картина.



Нехай розділення на дві когерентні хвилі відбувається в певній точці *О* (рис.2.1). До точки *М*, в якій спостерігається інтерференційна картина, одна хвиля пройшла шлях *d*1 в середовищі з показником заломлення , друга – в середовищі з показником заломлення  – шлях *d*2.

Перша хвиля викличе в точці *M* гармонійні коливання

,

а друга

,

де ,  – фазова швидкість першої та другої хвиль.

Оскільки в точці *M* додаються два гармонійні коливання однакового періоду, що відбуваються в однаковому напрямку, то результуюче коливання буде також гармонічним з тим самим періодом і в тому самому напрямку. Амплітуда  цього коливання дорівнює:

.

Різниця фаз  двох когерентних хвиль від одного джерела:

.

Оскільки , де  – довжина хвилі у вакуумі, то

.

*Добуток геометричної довжини d шляху світлової хвилі на показник n заломлення цього середовища називається* ***оптичною довжиною шляху*** *L, а різниця оптичних довжин шляхів, що пройшли хвилі  називається* ***оптичною різницею ходу.***

Оскільки інтенсивність хвилі пропорційна до квадрату її амплітуди, то результуюча інтенсивність в точці *M* визначається співвідношенням

.

У випадку когерентних хвиль обов’язковим є умова



і для зручності припустимо, що . В результаті

.

Якщо оптична різниця ходу дорівнює парному числу півхвиль у вакуумі:

,

то , і коливання, що збуджуються в точці *M* обома хвилями, відбуваються в однакових фазах. Отже,  і результуюча інтенсивність – максимальна:

 ;

 .

Таким чином, максимум інтенсивності при накладанні двох когерентних хвиль буде у точках, для яких у різниці ходу променів укладається парне число півхвиль. Сукупність таких точок утворює інтерференційні лінії, порядок яких визначається числом *m.*

Якщо оптична різниця ходу:

, де,

то  і коливання, що збуджуються в точці *М* обома хвилями, знаходяться у протифазі, . Результуюча інтенсивність при цьому буде мінімальна:

 ;

 .

Мінімум інтенсивності отримуємо в точках, для яких різниця ходу променів вміщає непарне число півхвиль.

Таким чином,

 *–* ***умова інтерференційного максимуму***, а

 *–* ***умова інтерференційного мінімуму.***

Цілі числа *т =*мають назву порядок інтерференційної смуги.

1. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ВИВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ФОРМУЛИ

Існує два методи штучного розділення світлового потоку:

1) метод розділення світлового фронту, який використовується для точкових джерел (метод Юнга, біпризма Френеля, дзеркало Френеля);

2) метод поділу амплітуди з використанням пластинок (або прошарків), що частково пропускають та відбивають світло (кільця Ньютона, інтерференція в плоско паралельних пластинах та тонких плівках).

У роботі вивчається метод біпризми Френеля – це біпризма, яка складається із двох скляних призм з малими заломлюючими кутами *β*, які складені одна до одної своїми основами (див. рис. 3.1).

Як правило, біпризма виготовляється з одного шматка скла. Джерелом світла є яскраво освітлена щілина , що встановлюється паралельно ребру біпризми. Після заломлення в біпризмі падаючий пучок світла поділяється на два когерентних пучки з вершинами в уявних зображеннях  та  щілини . В області  екрану пучки перекриваються і дають систему паралельних інтерференційних смуг.

Можна показати, що при  і невеликих кутах падіння на грань призми всі промені відхилятимуться приблизно на однаковий кут . Така ситуація реалізується, коли джерело світла і екран знаходяться на великій відстані від біпризми (значно більшій за її розміри).

Таким чином, кожна половина біпризми відхиляє падаючі промені на кут:

 (3.1)

де  − показник заломлення матеріалу біпризми,

 − заломлюючий кут біпризми.

Відстань  між уявними джерелами можна визначити за формулою:

≈. (3.2)

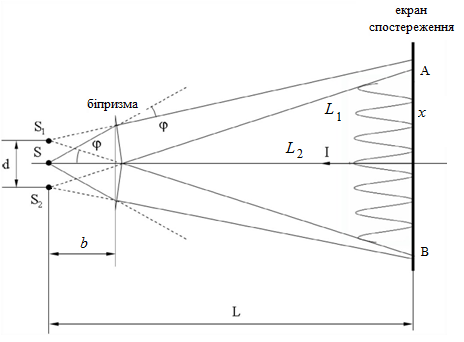


Рисунок 3.1 − Хід променів у методі біпризми Френеля

Відстань  від джерел до екрану дорівнює *L=a+b,* де *а* – відстань між біпризмою та екраном.

Розглянемо два промені, що розповсюджуються від джерел  та  вздовж оптичних шляхів  та  і сходяться в точці з координатою *х*. Із рис. 3.1 видно, що





Умова інтерференційних максимумів має вигляд

 (3.3)

За умовою малості кутів падіння променів маємо *L*1 ≈*L*2 ≈*L*, тоді із різниці  можемо визначити оптичну різницю ходу променів, що інтерферують

 ≈

 (3.4)

Якщо прирівняти праві частини (3.3) і (3.4), то дістанемо значення координати  для інтерференційних максимумів:

 (3.5)

Якщо  та  координати двох сусідніх максимумів, тоді відстань між ними

. (3.6)

Слід відмітити, що для двопроменевої інтерференції ширина інтерференційних смуг дорівнює відстані між ними та не залежить від порядку максимумів *т*. Підставивши (3.2) в (3.6), отримаємо вираз для ширини інтерференційної смуги:

 (3.7)

Для хвиль різної довжини із (3.6) маємо:



Поділивши  на  одержимо:

 (3.8)

Якщо ширина всієї інтерференційної частини, що має чітке зображення, дорівнює , число видимих смуг , то ширина однієї смуги дорівнює:

 (3.9)

Поділивши  на  із , та використовуючи (3.8) дістанемо:

 (3.10)

Таким чином, знаючи довжину хвилі , із (3.10) можна визначити невідому :

 (3.11)

Формула (3.11) є **розрахунковою** для цієї лабораторної роботи.