

## DL6. ŠVIESOS INTERFERENCIJOS TYRIMAS BIPRIZME

### Darbo tikslas

Suprasti interferencijos reiškinių fiziką ir nusakyti prielaidas ir sąlygas sukurti interferenciją.

### Užduotys

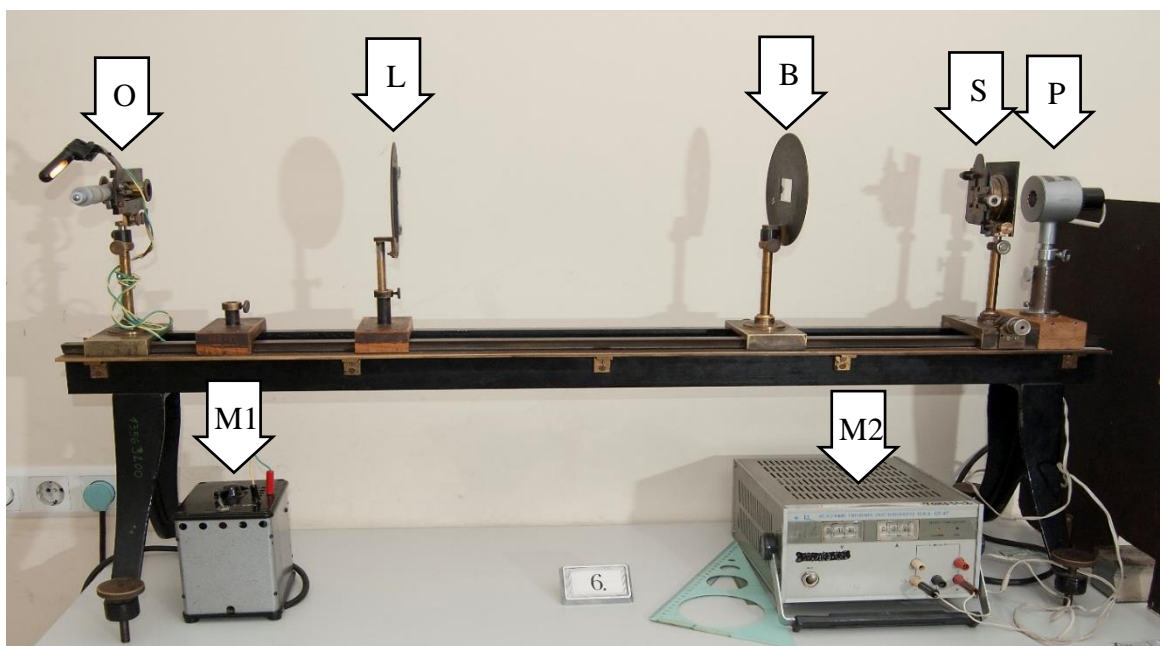
1. Išmatuoti šviesos bangos ilgį.
2. Išmatuoti biprizmės laužiamąjį kampą.
3. Nustatyti mažiausią plyšio plotį kai nematoma interferencija.

### Teorinės temos

- Šviesos bangų interferencija
- Šviesos bangų laikinis, erdvinis koherentiškumas

### Darbo priemonės ir prietaisai

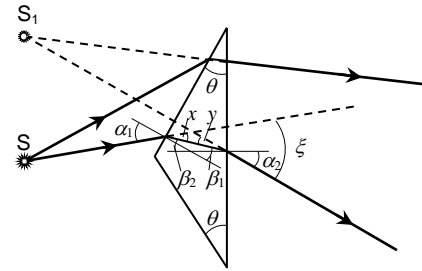
Šviesos šaltinis (P), plyšys (S), biprizmė (B), cilindrinis lęšis (L), okuliaras/ekranas (O), maitinimo šaltiniai (M1), (M2) (1pav.).



1 pav. Šviesos interferencijos tyrimo stendas.

## Tyrimo metodika

Norint stebėti interferenciją reikalingos bent dvi koherentinės bangos t. y. bangos, kurių pradinių fazių skirtumas per stebėjimo trukmę yra pastovus. Bangos yra monochromatinės ir vienodai poliarizuotos (elektrinio lauko stiprio vektoriaus virpesių kryptys vienodos). Interferuojančių bangų intensyvumas stebimame taške priklauso nuo interferuojančiųjų bangų fazių skirtumo. Toks fazių skirtumas priklauso nuo pradinio bangų fazių skirtumo, taip pat nuo bangų nueitų kelių skirtumo iki stebimo taško. Koherentines bangas galima sukurti Frenelio (Fresnel) biprizme. Ją sudaro dvi nedidelio laužiamojio kampo  $\theta$  prizmės, sudėtos pagrindais. Spindulių eiga pavaizduota 2 pav.



2 pav. Spindulių nuokrypis biprizmėje

Spindulių nuokrypio kampas

$$\xi = x + y = (\alpha_1 - \beta_1) + (\alpha_2 - \beta_2).$$

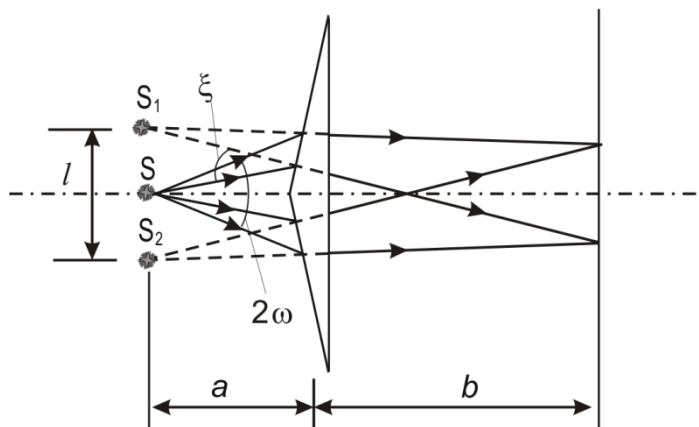
Kadangi kampas  $\theta$  mažas, todėl maži ir kampai  $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$ . Todėl teisingi tokie sąryšiai:

$$\alpha_1 \approx n \beta_1, \alpha_2 \approx n \beta_2, \quad (1)$$

čia  $n$  – prizmės lūžio rodiklis. Be to,  $\beta_1 + \beta_2 = \theta$ . Atsižvelgus į šiuos sąryšius spindulių nuokrypio kampą galime užrašyti taip:

$$\xi = \theta(n - 1). \quad (2)$$

Iš šios formulės išplaukia, kad jei prizmės laužiamasis kampas mažas, visų iš taško  $S$  sklindančių spindulių nuokrypio kampai yra beveik vienodi.



3 pav. Koherentinių bangų sukūrimas biprizme

Spindulių eiga biprizmėje pavaizduota 3 pav. Čia  $S$  yra siauras plyšys, todėl

$$l = 2a \tan \xi \approx 2a \theta (n - 1), \quad (3)$$

$$\text{o tada } \theta = \frac{l}{2a(n-1)}. \quad (4)$$

Nesunku įrodyti, kad interferencinės juostelės plotis

$$\Delta h = \frac{\lambda(a+b)}{l}, \quad (5)$$

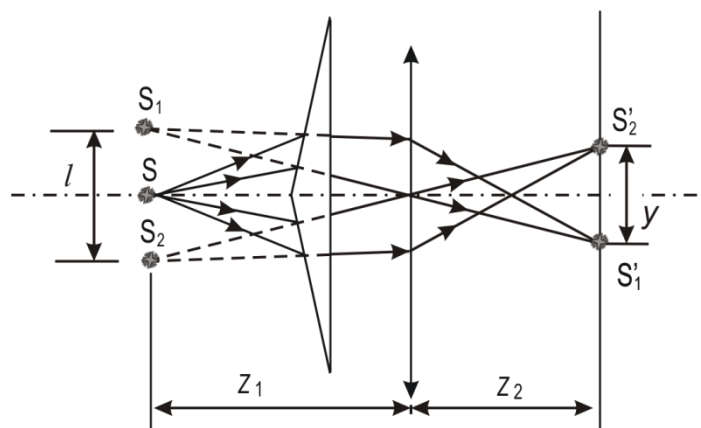
$$\text{tai bangos ilgis } \lambda = \frac{\Delta h l}{a+b}. \quad (6)$$

Norint išmatuoti atstumą tarp gretimų interferencinių juostelių  $\Delta h$ , reikia plyšį (S) apšviesti monochromatine šviesa ir orientuota lygiagrečiai biprizmės pagrindui. Atstumai tarp plyšio, biprizmės ir okuliario (ekrano) parenkami tokie, kad interferencinės juostelės būtų pakankamai ryškios. Sukant su okuliaru sujungtą mikrometrinį sraigą, nustatoma aštuonių juostelių (šviesių arba tamsių) vietos  $k_1, k_2, \dots, k_8$ . Atstumas tarp gretimų juostelių skaičiuojamas pagal šias formules:

$$\Delta h_1 = \frac{|k_1 - k_5|}{4}; \Delta h_2 = \frac{|k_2 - k_6|}{4}; \Delta h_3 = \frac{|k_3 - k_7|}{4}; \Delta h_4 = \frac{|k_4 - k_8|}{4}. \quad (7)$$

Apskaičiuojama vidutinė vertė:

$$\Delta \bar{h} = \frac{\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4}{4}. \quad (8)$$



4 pav. Atstumo tarp menamųjų spinduolių  $S_1$  ir  $S_2$  nustatymo schema

Norint išmatuoti atstumą tarp tariamųjų spinduolių reikia tarp biprizmės ir okuliario pastatyti glaudžiamąjį lęšį (4 pav.). Keičiant jo vietą, okuliario ir biprizmės atžvilgiu sukuriami tariamų koherentinių spinduolių  $S_1$  ir  $S_2$  tikrieji atvaizdai  $S'_1$  ir  $S'_2$ . Mikrometru išmatuojamas atstumas  $y$  tarp

jų. Išmatavus atstumą  $z_1$  nuo plyšio S (kartu ir nuo tariamųjų koherentinių spinduolių  $S_1$  ir  $S_2$ ) iki lęšio ir atstumą  $z_2$  nuo lęšio iki ekrano (okuliario), apskaičiuojamas atstumas tarp menamųjų spinduolių:

$$l = y \frac{z_1}{z_2}. \quad (9)$$

Išmatavus atstumus nuo plyšio iki biprizmės ir nuo biprizmės iki ekrano (okuliario) apskaičiuojamas prizmės laužiamasis kampas  $\theta$  (lūžio rodiklis  $n$  turi būti žinomas), šviesos bangos ilgis, ir plyšio plotis  $p$

$$p = \frac{a \Delta h}{2b}. \quad (10)$$

## **Darbo eiga**

Šviesos šaltinis, plyšys, biprizmė ir ekranas pastatomi taip kaip pavaizduota 1 pav. Lęšis su laikikliu pasukamas taip, kad šviesa netrukdomai patektų į okuliarą/ekraną. Plyšys apšviečiamas monochromatine šviesa lygiagrečiai biprizmės pagrindui. Atstumai tarp plyšio, biprizmės ir okuliario (ekrano) parenkami tokie, kad interferencinės juostelės būtų pakankamai ryškios. Sukant mikrometrinį sraigą, nustatoma aštuonių juostelių (šviesių arba tamsių) padėtys  $k_1, k_2, \dots, k_8$ .

Pagal (7) formulę apskaičiuojamas atstumas tarp gretimų juostelių ir vidutinė vertė ((8) formulė).

Tarp biprizmės ir okuliario statomas glaudžiamasis lęšis (1 pav.) ir keičiant jo vietą sukuriama menamų koherentinių spindulių  $S_1$  ir  $S_2$  tikrieji atvaizdai  $S'_1$  ir  $S'_2$ . Mikrometru išmatuojamas atstumas  $y$  tarp jų. Išmatavus atstumą  $z_1$  nuo plyšio  $S$  iki lęšio ir atstumą  $z_2$  nuo lęšio iki ekrano (okuliario), pagal (9) formulę apskaičiuojamas atstumas tarp menamųjų spindulių.

Išmatavusi atstumus nuo plyšio iki biprizmės ir nuo biprizmės iki ekrano (okuliario). Pagal (4) formulę apskaičiuojamas prizmės laužiamasis kampas  $\theta$ , pagal (6) formulę apskaičiuojamas šviesos bangos ilgis ir pagal (10) formulę apskaičiuojamas plyšio plotis  $p$ . Pastaroji vertė, jei įmanoma, patikrinama praktiškai.

## **Literatūra**

V. A. Šalna. Optikos laboratoriniai darbai. Vilnius, VU leidykla, 2009. ([www.mopl.bfsk.ff.vu.lt](http://www.mopl.bfsk.ff.vu.lt))