

LD10A. ŠVIESOS DIFRAKCIJOS TYRIMAS

Darbo tikslas

Nusakyti prielaidas ir sąlygas difrakcijos susidarymui.

Užduotys

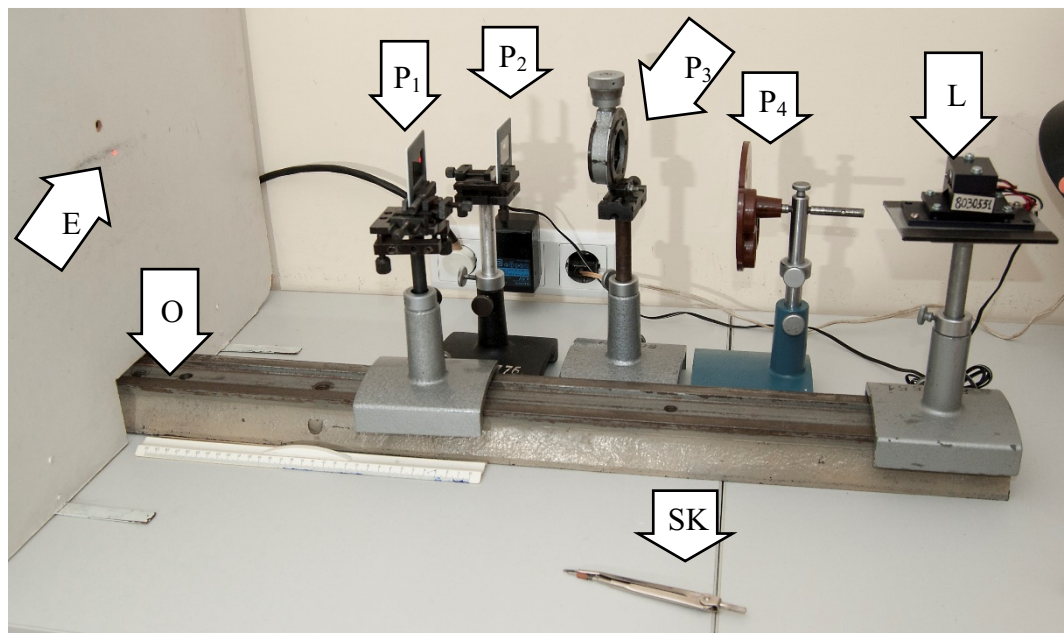
1. Iš difrakcinio atvaizdo išmatuoti plyšio plotį.
2. Išmatuoti atstumą tarp dviejų plyšių.
3. Nustatyti kompaktinio disko takelių tankį.

Teorinės temos

- Difrakcija ir jos susidarymo sąlygos.
- Hiuigenso ir Frenelio principas.

Darbo priemonės ir prietaisai

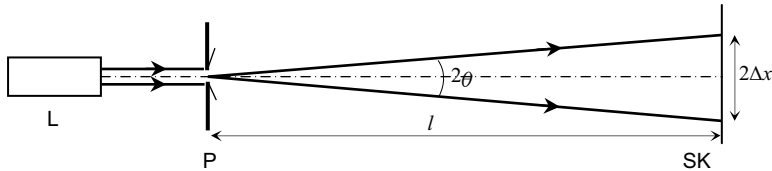
Optinis suolas (O), ekranas (E), plyšių komplektas (P_1, P_2, P_3, P_4), šviesos šaltinis su maitinimo šaltiniu (puslaidininkiniu lazeriu) (L), skriestuvas (SK) (1pav.).



1 pav. Šviesos difrakcijos tyrimo stendas

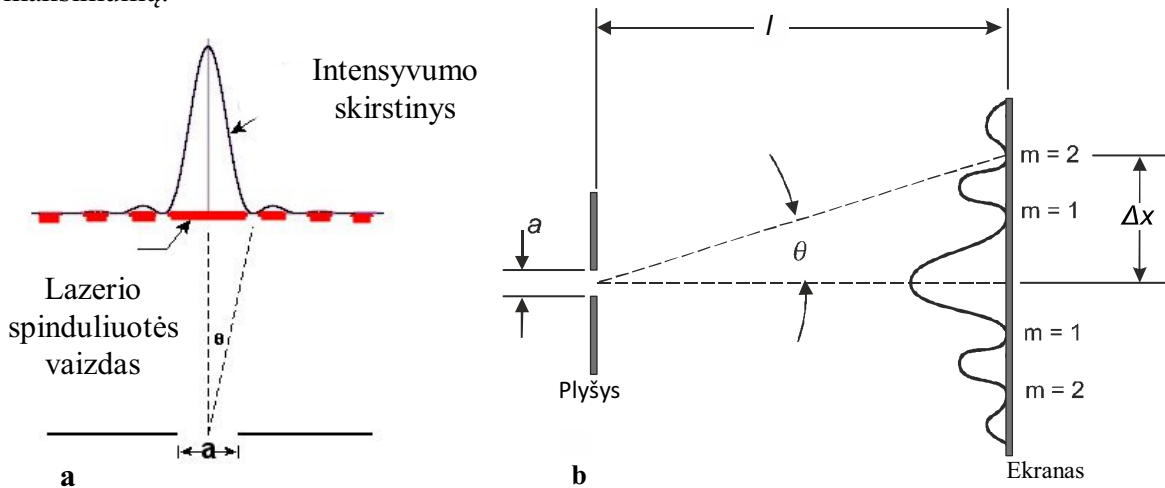
Darbo metodika

Difrakcijos per viena plyši tyrimui naudojamas puslaidininkinis lazeris (L), kurio spinduliuote apšviečiamas tiriamasis plyšys (P), ir šviesos intensyvumo jutiklis (SK) fiksuoja stebimą



2 pav. Tyrimo schema

difrakcinio plyšio vaizdą (2 pav.). Matomas simetrinis difrakcinis vaizdas (3a pav.), susidedantis iš intensyviausio centrinio šviesaus maksimumo ir šalia išsidėsčiusių silpnesnių aukštesnių eilių maksimumų.



3 pav. Difrakcinis vaizdas

Tarp jų yra tamsūs minimumai (3b pav.). Išmatuojami atstumai $2\Delta x$ tarp pirmųjų (interferencijos eilė $m = \pm 1$) ir antrųjų ($m = \pm 2$) minimumų. Išmatuojamas atstumas l nuo plyšio iki ekrano.

Difrakcijos kampas apskaičiuojamas pagal formulę

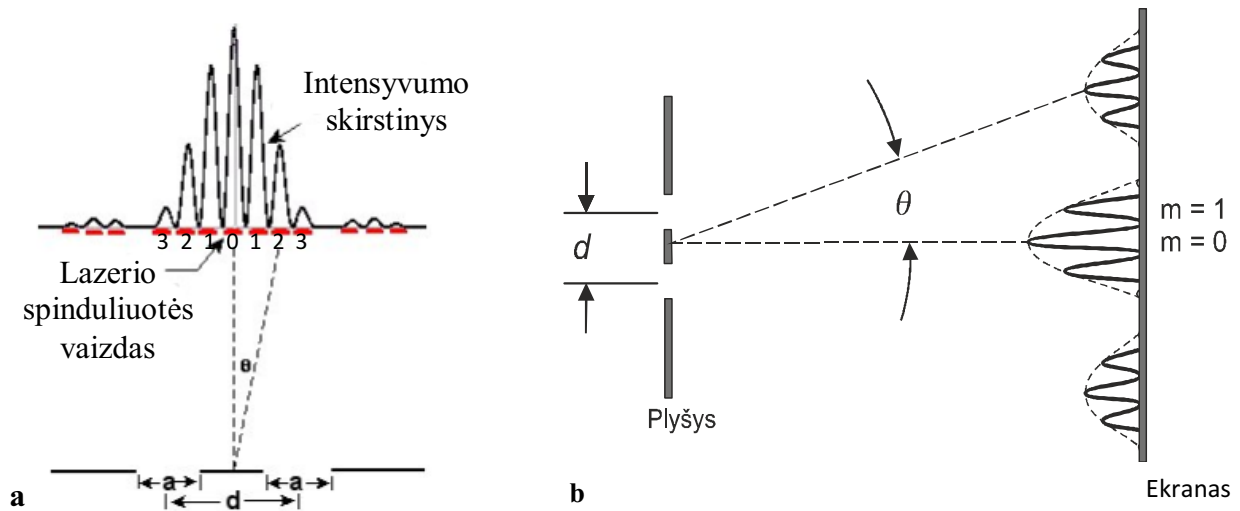
$$\sin\theta \approx \tan\theta = \frac{\Delta x}{l}. \quad (1)$$

Žinant, kad

$$a \sin\theta = \pm m \lambda, \quad (2)$$

$$\text{apskaičiuojamas plyšio plotis } a = m \frac{l}{\Delta x} \lambda. \quad (3)$$

Difrakcijos per du vienodo pločio plyšius, esančius vienas šalia kito, tyrimui naudojamos tos pačios priemonės (1 pav.), tik (P) yra plokštelė su dviem plyšiais.



4 pav. Difrakcinis vaizdas pro du plyšius

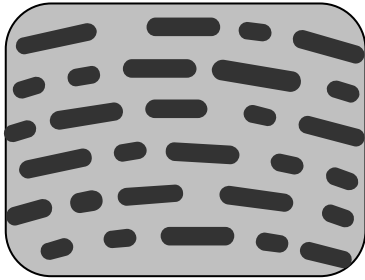
Ekране stebimas difrakcinis vaizdas (4a pav.), susidedantis iš daugelio smulkesnių maksimumų ir minimumų (4b pav.). Išmatuojamas atstumas $\Delta x'$ tarp $m = 3 \div 6$ maksimumų, atstumas l nuo plyšių iki ekrano ir skaičiuojamas atstumas d tarp plyšių:

$$d = m \frac{l}{\Delta x'} \lambda \quad (4)$$

Norint nustatyti tarpelio tarp plyšių plotį b , reikia skaičiuoti plyšio plotį a (pagal „Difrakcijos per vieną plyšį“ išdėstytą metodiką). Tada tarpelio plotis $b = d - a$.

Kompaktnio disko takelių tankio nustatymas

Optiniai informacijos kaupikliai – kompaktiniai diskai skirti skaitomai informacijai saugoti. Palyginti nesudėtingais šiuolaikiniais metodais galima saugoti didžiulius informacijos kiekius. Lazero spindulys naudojamas ne tik informacijai įrašyti, bet ir ją skaityti. Pradinis įrašas daromas ant poliruoto



5 pav. Padidintas CD-ROM disko dalies vaizdas

stiklinio disko, padengto šviesai jautriu lako sluoksniu. Lazero spindulio paveiktos sluoksnio vietos naikamos tirpikliu ir lako paviršiuje susidaro mikroskopinės įdubos (5 pav.), vadinamos pitais. Pitai sudaro spiralinį takelį, prasidedantį disko centre. Diskų kopijų gamyba panaši į patefono plokštelių dauginimą. Nuo stiklinio disko, padengto laku, gaunamos metalinės kopijos, kurios naudojamos kaip matricos presuojant karštus polikarbonato diskus.

Ant šių diskų užgarintas metalo sluoksnis atlieka reflektoriaus funkciją. Pagaminti diskai dengiami skaidriu apsauginiu sluoksniu.

Nuo išpjautos kompaktinio disko plokštelės pašalinus metalinį sluoksnį galima tirti spindulių difrakciją pereinančioje šviesoje. Tyrimo metodika analogiška „difrakcijos per vieną plyšį“ išdėstytai metodikai. Ištyrus difrakcinį vaizdą iš išmatuotų duomenų nustatomas atstumas tarp takelių:

$$d' = m \frac{\sqrt{l^2 + \Delta x^2}}{\Delta x} \lambda ; \quad (5)$$

čia m – interferencijos eilė, l – atstumas nuo disko plokštelės iki ekrano, Δx – atstumas nuo centrinio interferencijos maksimumo iki m eilės maksimumo.

Žinant atstumą d' tarp takelių skaičiuojamas tiriamojo disko takelių tankis, t. y. takelių skaičius vienetiniam ilgiui.

Darbo eiga

1. Difrakcijos per vieną plyšį tyrimas

Lazerio (L) spinduliuote apšviečiama plokštelė (P_1) su vienu plyšiu ir ekrane (E) stebimas difrakcinis plyšio vaizdas (3a pav.). Išmatavus atstumą l nuo plyšio iki ekrano bei atstumus tarp pirmos ir antros eilės minimumų pagal (3) formulę apskaičiuojamas plyšio plotis. Eksperimentas kartojamas pakeitus atstumą nuo plyšio iki ekrano. Rezultatai vidurkinami. Duomenys surašomi į 1 lentelę.

1 lentelė. Difrakcijos pro vieną plyšį tyrimo duomenys

Nr.		l (cm)	Δx (mm)	a (mm)
1.	$m = 1$			
	$m = 2$			

Lazerio (L) spinduliuote apšviečiamas tiriamasis plyšys (P_3). Keičiant plyšio plotį stebima, kaip keičiasi difrakcinis vaizdas ekrane. Aprašomi pastebėti kokybiniai pokyčiai.

2. Difrakcijos per du plyšius tyrimas

Lazerio (L) spinduliuote apšviečiama plokštelė (P_2) su dviem plyšiais ir ekrane (E) stebimas difrakcinis vaizdas (4a pav.). Išmatuojamas atstumas $\Delta x'$ tarp $m = 3 \div 6$ maksimumų, atstumas l nuo plyšių iki ekrano ir pagal (4) lygtį apskaičiuojamas atstumas d tarp plyšių. Išmatuojamas atstumas Δx tarp pirminių minimumų ir pagal (3) lygtį apskaičiuojamas plyšio plotis a . Apskaičiuojamas tarpelio plotis b . Matuojama kelis kartus pakeitus atstumą nuo plyšių iki ekrano. Rezultatai vidurkinami. Duomenys surašomi į 2 lentelę.

2 lentelė. Difrakcijos pro du plyšius tyrimo duomenys

Nr.	m	l (cm)	Δx (mm)	$\Delta x'$ (mm)	d (mm)	a (mm)	b (mm)
1.							

3. Kompaktnio disko takelių tankio nustatymas

Lazerio spinduliuote apšviečiamas tiriamasis plyšys (P_4). Išmatavus atstumą l nuo plyšio iki ekrano bei atstumus tarp pirmos ir antros eilės maksimumų pagal (5) lygtį apskaičiuojamas plyšio plotis. Duomenys surašomi į 3 lentelę.

3 lentelė. Kompaktnio disko takelių tankio tyrimo duomenys

Nr.		l (cm)	Δx (mm)	d' (mm)
1.	$m = 1$			
	$m = 2$			

Literatūra

1. Interference and Diffraction of Light : Instruction Manual and Experiment Guide for the *PASCO Scientific* models *EX-9918*
2. V. A. Šalna. Optikos laboratoriniai darbai. Vilnius, VU leidykla, 2009. (www.mopl.bfsk.ff.vu.lt)