

VILNIAUS UNIVERSITETAS
FIZIKOS FAKULTETAS
KVANTINĖS ELEKTRONIKOS KATEDRA
MOKOMOJI LAZERIŲ LABORATORIJA

Laboratorinis darbas Nr. KE – 1

He - Ne lazerio tyrimas

Metodiniai nurodymai



Dėmesio! Darbo metu naudojami lazerinės spinduliuotės šaltiniai – būtina susipažinti ir griežtai laikytis atitinkamų saugos reikalavimų

Darbo tikslas

Ištirti He-Ne lazerio veikimą ir rezonatoriaus savybes.

Darbo užduotys

1. Apskaičiuoti He-Ne lazerio stabilumo sąlygas, kai rezonatoriaus veidrodžių kreivumo spinduliai yra 400 mm ir 400 mm atitinkamai.
2. Apskaičiuoti He-Ne lazerio stabilumo sąlygas, kai rezonatoriaus veidrodžių kreivumo spinduliai yra 400 mm ir 800 mm atitinkamai.
3. Apskaičiuoti He-Ne lazerio stabilumo sąlygas, kai rezonatoriaus vienas veidrodžių yra plokščias, o kito kreivumo spindulys yra 800 mm.
4. Derinimo lazerio spindulio eigos derinimas. (Atliekama, jei nesuderinta)
5. Suderinti He-Ne lazerio sistemą, kai veidrodžiams kreivumo spinduliai yra 400 mm ir 400 mm.
6. Derinant veidrodžius, sugeneruoti aukštesnės eilės skersines modas.
7. Išmatuoti generuojamos spinduliuotės galios priklausomybę nuo atstumo tarp veidrodžių. Nustatyti rezonatoriaus stabilumo ribas.
8. Suderinti He-Ne lazerio sistemą, kai veidrodžiams kreivumo spinduliai yra 400 mm ir 800 mm.
9. Išmatuoti generuojamos spinduliuotės galios priklausomybę nuo atstumo tarp veidrodžių. Nustatyti rezonatoriaus stabilumo ribas.
10. Suderinti He-Ne lazerio sistemą, kai vienas veidrodis plokščias, o kito veidrodžio kreivumo spindulys yra 800 mm.
11. Išmatuoti generuojamos spinduliuotės galios priklausomybę nuo atstumo tarp veidrodžių. Nustatyti rezonatoriaus stabilumo ribas.
12. Išmatuoti generuojamos spinduliuotės galios priklausomybę nuo He-Ne lazerio vamzdelio padėties.
13. Išmatuoti pluošto skersmens priklausomybę nuo padėties rezonatoriuje.

Kontroliniai klausimai

1. Lygmenų sužadinimas dujiniuose lazeriuose.
2. Koku būdu He-Ne lazeryje sukuriama lygmenų apgraža.
3. Rezonatoriaus stabilumo sąlyga.
4. Kas yra išilginės rezonatoriaus modos. Koks gretimų modų dažnių skirtumas.
5. Kaip atrenkamos skersinės ir išilginės modos.
6. Kaip gaunama poliarizuota lazerio spinduliuotė.
7. Kaip formuojamos lazerio spinduliuotės spektrinės charakteristikos.

METODINIAI PAAIŠKINIMAI

Tyrimai atliekami surenkant kiekvienai užduočiai optinę grandinę pagal pateikiamas schemas.

Dėmesio! Prieš pradėdant darbą, būtina susipažinti su naudojamų prietaisų aprašais ir saugaus darbo ypatumais.

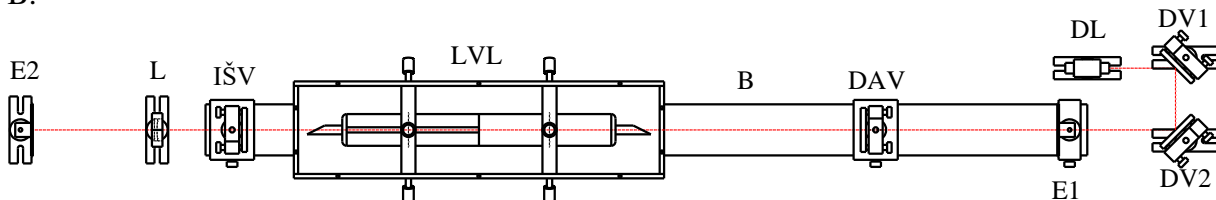
Darbe naudojami priemonės ir prietaisai

Darbe naudojamo lazerio optinė grandinė pavaizduota 1 pav. Lazeryje naudojamas He-Ne lazerio vamzdelis su Briusterio kampu pakreiptais išoriniais langeliais įtaisytas laikiklyje LVL. Lazerio rezonatorių sudaro išvadinis veidrodis IŠV ir didelio atspindžio veidrodis DAV. Laboratoriniame darbe naudojami išvadinis veidrodis IŠV400 ir plokščias išvadinis veidrodis IŠVPLO, tai pat didelio atspindžio veidrodžiai DAV400 ir DAV800 .

1 lentelė. Lazerio veidrodžių parametrai.

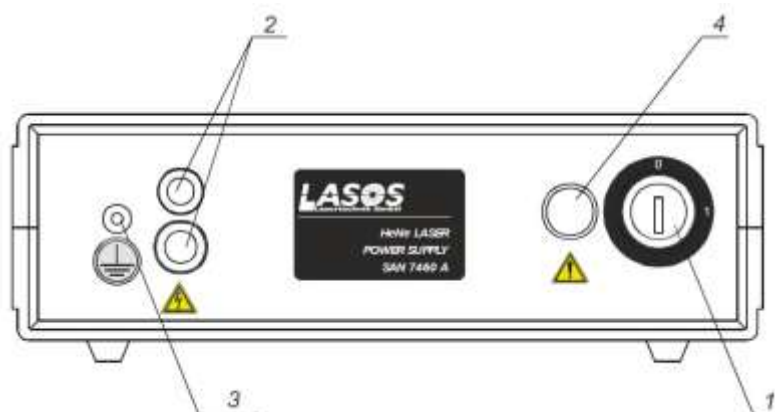
Veidrodis	Kreivumo spindulys, r	Atspindžio koeficientas, R
IŠV400	400 mm	96%
IŠVPLO	∞	96%
DAV400	400 mm	>99,5%
DAV800	800 mm	>99,5%

Laikiklis su He-Ne lazerio vamzdeliu LVL ir veidrodžiai yra tvirtinami ant bėgio su skale B.



1 pav. Principinė lazerio optinė grandinė

Lazerio derinimui naudojamas puslaidininkinis lazeris DL, kurio lazerinis spindulys nukreipiamas derinimo veidrodžiais DV1 ir DV2 per ertmę ekrane E1. Generuojama lazerinė spinduliuotė, praėjusi pro sklaidomąjį lęšį L, stebima ant ekrano E2.



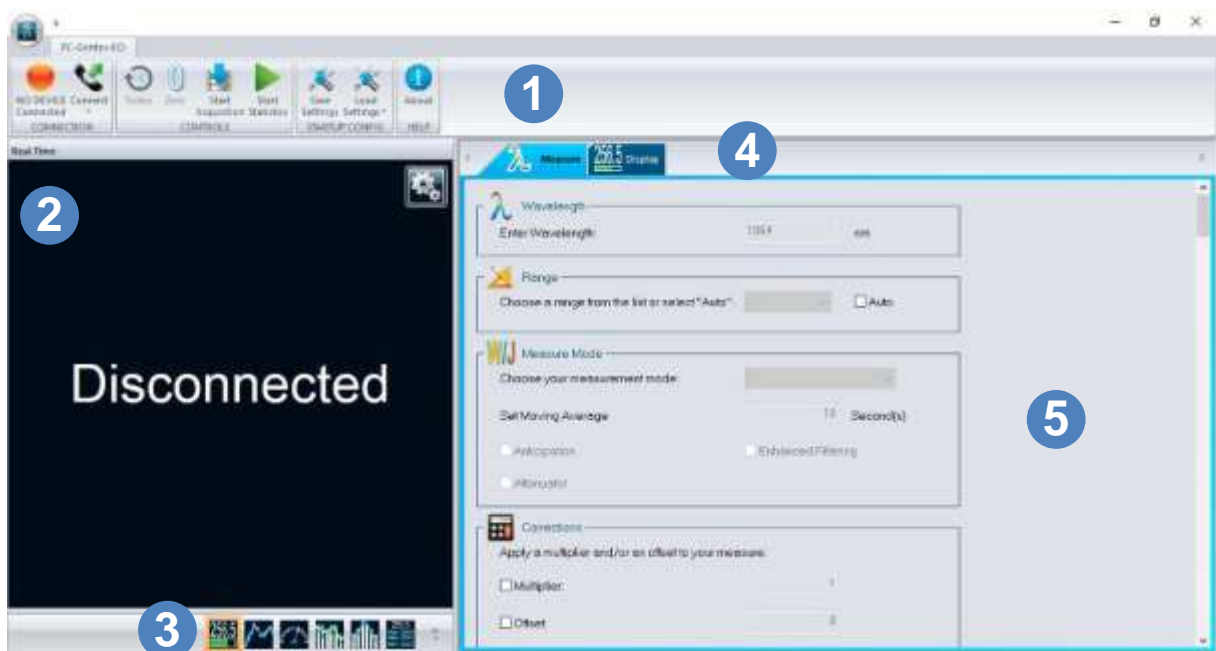
2 pav. He-Ne lazerio maitinimo šaltinis

He-Ne lazerio maitinimui naudojamas aukštos įtampos maitinimo šaltinis LASOS SAN7640 A. Maitinimo šaltinis įjungiamas pasukus įjungimo raktelį „1“ pagal laikrodžio rodyklę. Prieš įjungiant maitinimo šaltinį, He-Ne lazeris prijungiamas prie maitinimo šaltinio jungtimi „2“ ir išeminamas per jungtį „3“. Įsijungus maitinimo šaltiniui pradeda šviesti indikatorius „4“.

Lazerio spinduliuotės optinės galios matavimui naudojamas optinės galios matuoklis PH100-Si. Įjungus kompiuterį ir prijungus optinės galios matuoklį per USB sąsają prie kompiuterio, paleidžiama matuoklio valdymo programa PC-Gentec-EO .



3 pav. PC-Gentec-EO nuoroda



4 pav. PC-Gentec-EO programos valdymo langas.

1 – Pagrindinis valdymo meniu, kurioje išskiriami Prijungimo, Valdymo, Konfigūravimo išsaugojimo/paleidimo bei Pagalbos skydeliai.

2 – Duomenų atvaizdavimo langas, kuriame atvaizduojami duomenys pasirinktu atvaizdavimo būdu.

3 – Duomenų atvaizdavimo keitimo meniu.

4 – Valdymo įrankių rinkinio pasirinkimo skirtukai.

5 – Valdymo įrankių rinkiniai, kuriais galima valdyti matavimo, registravimo ir atvaizdavimo parametrus.

Automatinis optinės galios matuoklio prijungimas atliekamas paspaudus mygtuką **Connect** Pagrindinio valdymo meniu Prijungimo (CONNECTION) skydelyje, o atjungimas paspaudus mygtuką **Disconnect** .



5 pav. Prijungimo skydelis, kai optinės galios matuoklis neprijungtas (kairėje) ir prijungtas (dešinėje).

Duomenų atvaizdavimo lange nustatyti matuojamų duomenų statistikos atvaizdavimą paspaudus mygtuką **Statistics** duomenų atvaizdavimo keitimo meniu.

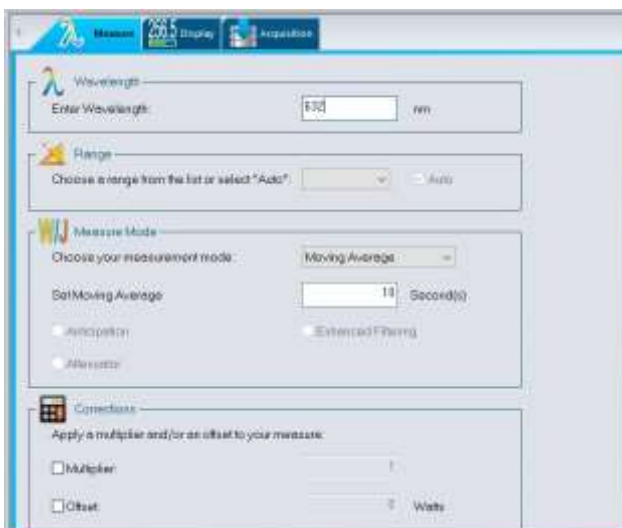


6 pav. Duomenų atvaizdavimo langas, pasirinkus optinės galios matavimų statistikos atvaizdavimą.

Prieš matavimus būtina nustatyti optinės galios matuoklio nulį. Uždengus lazerio ir derinimo lazerio spinduliuotę, paspaudžiamas Pagrindinio valdymo meniu Valdymo (CONTROLS) skydelio mygtukas **Zero**.



7 pav. Valdymo skydelis.



Pasirinkus Matavimų (Measure) nustatymų skirtuką, nustatyti Bangos ilgį (Wavelength) lygu 633 nm.

8 pav. Matavimų nustatymų skirtukas



Pasirinkus Duomenų atvaizdavimo lango (Display) nustatymų skirtuką, nustatyti Statistikos nustatymuose (Statistics Settings) matavimo trukmę (Duration) pastovią (Continuous) ir optinės galios matuoklio matavimų statistikos skaičiavimo trukmę lygia 10 s.

9 pav. Duomenų atvaizdavimo lango nustatymų skirtukas

Optinės galios matuoklio matavimų statistikos skaičiavimas pradedamas paspaudus Pagrindinio valdymo meniu Valdymo (CONTROLS) skydelio mygtuką **Start Statistics** (7 pav.). Statistikos skaičiavimas stabdomas paspaudus mygtuką **Stop Statistics**.



10 pav. Valdymo skydelis paleidus matavimų statistikos skaičiavimą.

Matavimai

1. Apskaičiuoti He-Ne lazerio stabilumo sąlygas, kai rezonatoriaus veidrodžių kreivumo spinduliai yra 400 mm ir 400 mm atitinkamai.

Tiriant dviejų veidrodžių rezonatoriaus stabilumo sąlygas yra naudojamas stabilumo faktorius g , kuris lygus:

$$g_i = 1 - \frac{d}{r_i} = 1 - \frac{d}{2f_i}, \quad (1)$$

kur d – atstumas tarp veidrodžių, r_i – veidrodžio kreivumo spindulys, f_i – veidrodžio židinio nuotolis. Tai rezonatoriaus stabilumo sąlygą galima užrašyti:

$$0 < g_1 g_2 < 1, \quad (2)$$

čia veidrodžio kreivumo spindulys yra teigiamas įgaubtam veidrodžiui, ir neigiamas išgaubtam veidrodžiui.

- Apskaičiuoti $g_1 g_2$, keičiant atstumą d nuo 0 iki 1000mm, kai $r_1 = 400\text{mm}$ ir $r_2 = 400\text{mm}$. Atvaizduoti grafiškai $g_1 g_2$ priklausomybę nuo d .
- Rasti, kurioje srityje rezonatorius yra stabilus.

2. Apskaičiuoti He-Ne lazerio stabilumo sąlygas, kai rezonatoriaus veidrodžių kreivumo spinduliai yra 400 mm ir 800 mm atitinkamai.

- Apskaičiuoti $g_1 g_2$, keičiant atstumą d nuo 0 iki 1000mm, kai $r_1 = 400\text{mm}$ ir $r_2 =$

800mm. Atvaizduoti grafiškai g_1g_2 priklausomybę nuo d .

- Rasti, kurioje srityje rezonatorius yra stabilus

3. Apskaičiuoti He-Ne lazerio stabilumo sąlygas, kai rezonatoriaus vienas veidrodžių yra plokščias, o kito kreivumo spindulys yra 800 mm.

- Apskaičiuoti g_1g_2 , keičiant atstumą d nuo 0 iki 1000mm, kai $r_1 = \infty$ ir $r_2 = 800$ mm.

Atvaizduoti grafiškai g_1g_2 priklausomybę nuo d .

- Rasti, kurioje srityje rezonatorius yra stabilus

4. Derinimo lazerio spindulio eigos derinimas. (Atliekama, jei nesuderinta)

- Atlaisvinus tvirtinimo varžtus, atsargiai nukelti nuo bėgio B laikiklį su He-Ne lazerio vamzdeliu LVL. (Atlikti prižiūrint dėstytojui)
- Įjungti derinimo lazerį DL.
- Pastatyti ekraną su ertme E1 ant bėgio arčiau derinimo lazerio DL. Naudojant veidrodį DV1 suderinti lazerio pluoštelį, kad pataikytų į ertmę ekrane.



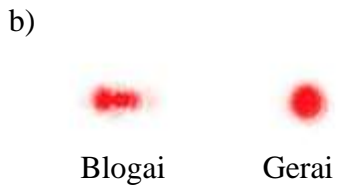
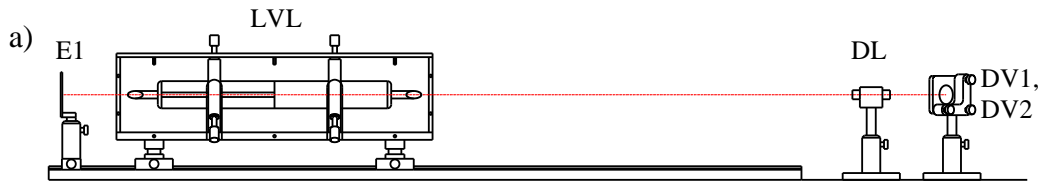
11 pav. Derinimo lazerio spindulio krypties derinimas

- Pastumti ekraną su ertme E1 į kita bėgio galą. Naudojant veidrodį DV2 suderinti lazerio pluoštelį, kad pataikytų į ertmę ekrane.



12 pav. Derinimo lazerio spindulio krypties derinimas

- Pastumti ekraną su ertme E1 į bėgio galą arčiau derinimo lazerio. Pakartoti veidrodžio DV1 derinimą.
- Kartoti derinimo veiksmus, kol pluoštas nesklis lygiagrečiai bėgiui.
- Pastumti ekraną į tolimesnį bėgio galą.
- Pastatyti laikiklį su He-Ne lazerio vamzdeliu LVL ant tolimesnio bėgio galo, palikus kelis centimetrus išvadinio veidrodžio tvirtinimui, ir pritvirtinti varžtais (Atlikti prižiūrint dėstytojui) . Įsitikinti ar derinimo lazerio DL spindulys laisvai praeina pro He-Ne lazerio vamzdelį. Jei spindulys nepraeina pro vamzdelį, atsargiai derinami DV1 ir DV2 veidrodžiai.

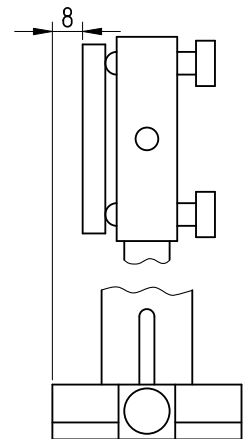


13 pav. a) Derinimo lazerio spindulio sklaidimo pro He-Ne lazerio vamzdelį derinimas. b) Praėjusio spindulio atvaizdas ant ekrano E1, kai blogai suderintas (kairėje) ir gerai suderintas (dešinėje) spindulio sklaidimas.

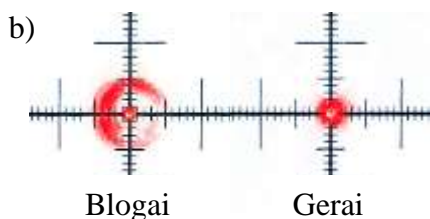
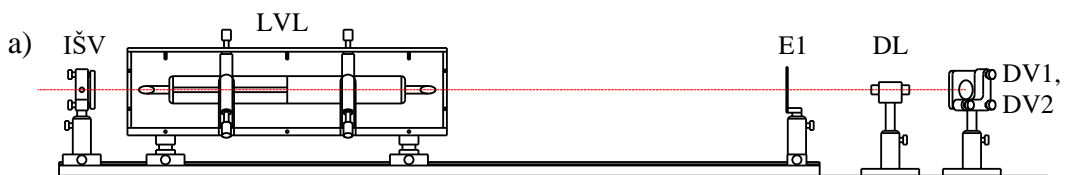
- Suderinus derinimo spindulį, ekranas su ertme E1 perkeliamas į bėgio galą už derinimo veidrodžių. Derinimo spindulys turi praeiti pro ertmę ekrane E1.

5. Suderinti He-Ne lazerio sistemą, kai veidrodžiams kreivumo spinduliai yra 400 mm ir 400 mm.

- Išvadinis veidrodis IŠV400 statomas 10-20 mm atstumu už He-Ne lazerio vamzdelio LVL (atstumas tarp veidrodžio paviršiaus ir tvirtinimo ant bėgio elemento krašto 8mm (14 pav)). Įgaubtas veidrodžio paviršius turi būti nukreiptas į He-Ne lazerio vamzdelį. Naudodami veidrodžio laikiklio derinimo varžtus, nukreipti derinimo spindulį atgal pro He-Ne lazerio vamzdelį į ekrano E1 centrą.



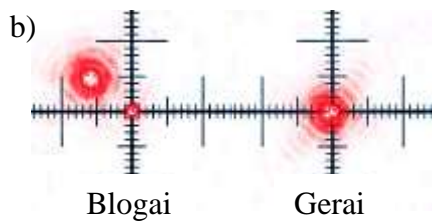
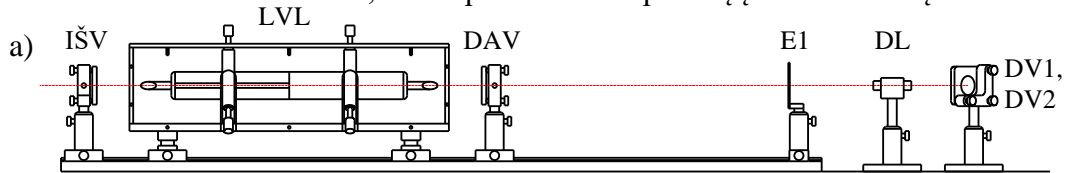
14 pav. Atstumas tarp laikiklio krašto ir veidrodžio paviršiaus 8mm.



15 pav. a) Atsispindėjusio nuo išvadinio veidrodžio derinimo lazerio spindulio sklaidimo pro He-Ne lazerio vamzdelį derinimas. b) Praėjusio spindulio atvaizdas ant ekrano E1, kai blogai suderintas veidrodis (kairėje) ir gerai suderintas veidrodis (dešinėje).

- Didelio atspindžio veidrodis DAV400 statomas tarp He-Ne lazerio vamzdelio LVL ir ekrano su ertme 10-20 mm atstumu nuo He-Ne lazerio vamzdelio. Įgaubtas veidrodžio paviršius turi būti nukreiptas į He-Ne lazerio vamzdelį. Naudodami veidrodžio

laikiklio derinimo varžtus, nukreipti derinimo spindulį į ekrano centrą.

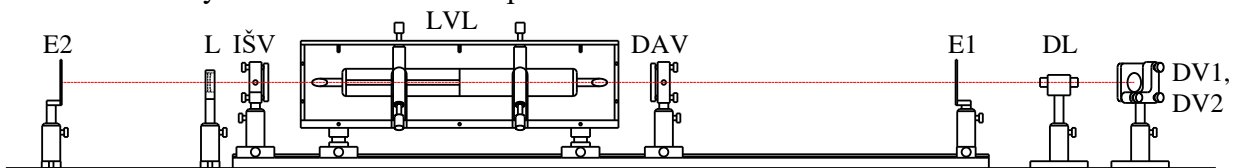


16 pav. a) Atsispindėjusio nuo didelio atspindžio veidrodžio derinimo lazerio spindulio sklaidimo derinimas. b) Atsispindėjusio spindulio atvaizdas ant ekrano E1, kai blogai suderintas veidrodis (kairėje) ir gerai suderintas veidrodis (dešinėje).

- Įjungti He-Ne lazerio vamzdelio maitinimo šaltinį. Po kelių sekundžių turi pradėti šviesti lazerio vamzdelis ir prasidėti lazerinė generacija. Už išvadinio veidrodžio IŠV400 turi matytis lazerinė spinduliuotė, jei lazerinės generacijos nėra reikia atsargiai derinti rezonatoriaus veidrodžius kol prasidės lazerinė generacija.

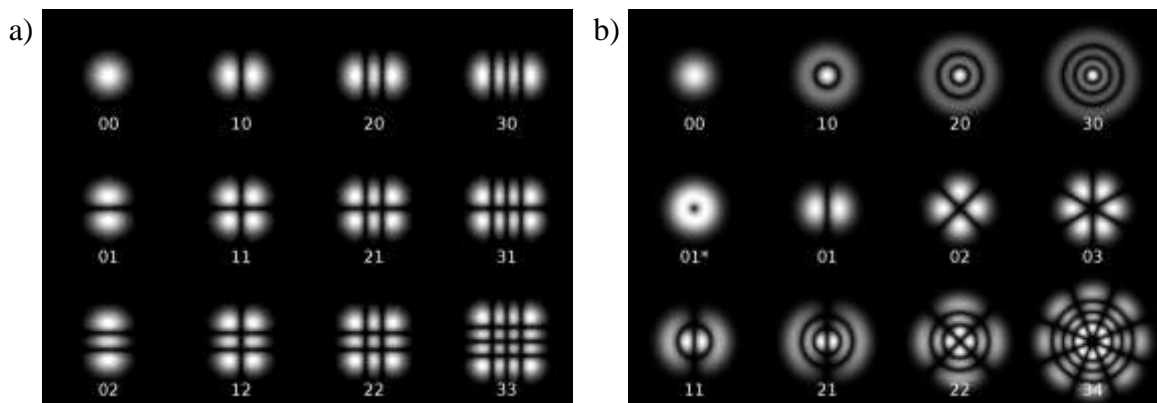
6. Derinant veidrodžius, sugeneruoti aukštesnės eilės skersines modas.

- Už išvadinio veidrodžio IŠV400 pastatyti sklaidomąjį lęšį L ir ekraną E2. Ant ekrano turi matytis išdidintas lazerinio pluošto atvaizdas.



17 pav. Lazerio generuojamo lazerinio pluošto skersinių modų stebėjimas.

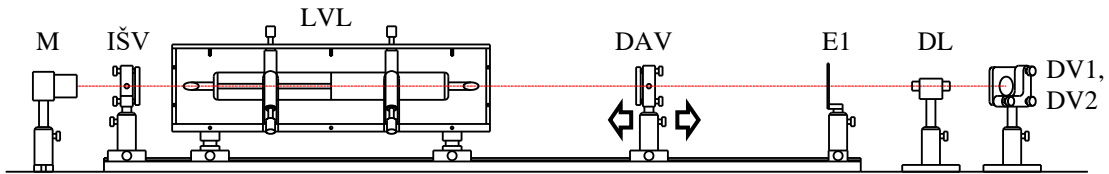
- Atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠV400 ir DAV400, gauti lazerio generuojamo pluošto TEM₀₀ skersinę modą. Užfiksuoti ją.
- Atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠV400 ir DAV400, gauti papildomai ne mažiau trijų skirtingų lazerio generuojamo pluošto aukštesnių skersinių modų. Užfiksuoti jas ir nustatyti kokios sugeneruotos skersinės modos.



18 pav. a) Hermito-Gauso pluoštai, b) Lagero-Gauso pluoštai.

7. Išmatuoti generuojamos spinduliuotės galios priklausomybę nuo atstumo tarp veidrodžių. Nustatyti rezonatoriaus stabilumo sąlygas.

- Už išvadinio veidrodžio IŠV400 pastatyti optinės galios matuoklį M.



19 pav. Generuojamos lazerinės spinduliuotės optinės galios priklausomybės nuo atstumo tarp veidrodžių matavimas.

- Atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠV400 ir DAV400, gauti didžiausią generuojamos spinduliuotės optinę galią. Užregistruoti optinę galią.
- Padidinti atstumą tarp rezonatoriaus veidrodžių, pastumiant didelio atspindžio veidrodį DAV400 10-15 mm nuo He-Ne lazerio vamzdelio LVL (jei lazerinė generacija dingsta, reikia sumažinti postūmio atstumą ir derinti veidrodį DAV400 tarpinėse padėtyse). Atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠV400 ir DAV400, gauti didžiausią generuojamos spinduliuotės optinę galią. Užregistruoti optinę galią.
- Kartoti matavimą kol gaunama lazerinė generacija.
- Rezultatus atvaizduoti grafiškai. Nustatyti rezonatoriaus stabilumo ribas ir palyginti su apskaičiuota teoriškai (1 užduotis).

8. Suderinti He-Ne lazerio sistemą, kai veidrodžiams kreivumo spinduliai yra 400 mm ir 800 mm.

- Didelio atspindžio veidrodį DAV400 pakeisti didelio atspindžio veidrodžiu DAV800. Įgaubtas veidrodžio paviršius turi būti nukreiptas į He-Ne lazerio vamzdelį. Atstumas tarp veidrodžių turi būti ~850 mm Naudodami veidrodžio laikiklio derinimo varžtus, nukreipti derinimo spindulį į ekrano centrą.(16 pav.)
- Už išvadinio veidrodžio IŠV400 turi matytis lazerinė spinduliuotė, jei lazerinės generacijos nėra reikia atsargiai derinti rezonatoriaus veidrodžius kol prasidės lazerinė generacija.

9. Išmatuoti generuojamos spinduliuotės galios priklausomybę nuo atstumo tarp veidrodžių. Nustatyti rezonatoriaus stabilumo ribas.

- Už išvadinio veidrodžio IŠV400 pastatyti optinės galios matuoklį.(19 pav.)
- Atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠV400 ir DAV800, gauti didžiausią generuojamos spinduliuotės optinę galią.

- Stumiant po kelis milimetrus didelio atspindžio veidrodį DAV800 link He-Ne lazerio vamzdelio LVL ir atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠV400 ir DAV800 tarpinėse padėtyse, nustatyti mažiausią atstumą tarp rezonatoriaus veidrodžių, prie kurio dar vyksta lazerinė generacija. Atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠV400 ir DAV800, gauti didžiausią generuojamos spinduliuotės optinę galią. Užregistruoti optinę galią.
- Padidinti atstumą tarp rezonatoriaus veidrodžių, pastumiant didelio atspindžio veidrodį DAV800 10-15 mm nuo He-Ne lazerio vamzdelio LVL (jei lazerinė generacija dingsta, reikia sumažinti postūmio atstumą ir derinti veidrodį DAV800 tarpinėse padėtyse). Atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠV400 ir DAV800, gauti didžiausią generuojamos spinduliuotės optinę galią. Užregistruoti optinę galią.
- Kartoti matavimą kol gaunama lazerinė generacija arba baigiasi bėgis.
- Rezultatus atvaizduoti grafiškai. Nustatyti rezonatoriaus stabilumo ribas ir palyginti su apskaičiuota teoriškai (2 užduotis).

10. Suderinti He-Ne lazerio sistemą, kai vienas veidrodis plokščias, o kito veidrodžio kreivumo spindulys yra 800 mm.

- Didelio atspindžio veidrodį DAV800 nuimti nuo bėgio. Išvadinių veidrodžių IŠV400 pakeisti išvadiniu veidrodžiu IŠVPLO. Naudodami veidrodžio laikiklio derinimo varžtus, nukreipti derinimo spindulį atgal pro He-Ne lazerio vamzdelį į ekrano centrą. (15 pav.)
- Didelio atspindžio veidrodis DAV800 statomas tarp He-Ne lazerio vamzdelio LVL ir ekrano su ertme 10-20 mm atstumu nuo He-Ne lazerio vamzdelio. Įgaubtas veidrodžio paviršius turi būti nukreiptas į He-Ne lazerio vamzdelį. Naudodami veidrodžio laikiklio derinimo varžtus, nukreipti derinimo spindulį į ekrano centrą. (16 pav.)
- Už išvadinio veidrodžio IŠVPLO turi matytis lazerinė spinduliuotė, jei lazerinės generacijos nėra reikia atsargiai derinti rezonatoriaus veidrodžius kol prasidės lazerinė generacija.

11. Išmatuoti generuojamos spinduliuotės galios priklausomybę nuo atstumo tarp veidrodžių. Nustatyti rezonatoriaus stabilumo ribas.

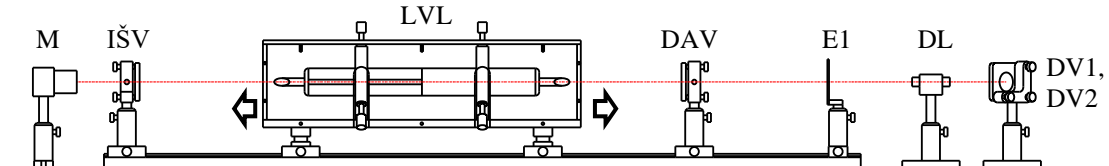
- Už išvadinio veidrodžio IŠVPLO pastatyti optinės galios matuoklį. (19 pav.)
- Atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠVPLO ir DAV800, gauti didžiausią generuojamos spinduliuotės optinę galią. Užregistruoti optinę galią.
- Padidinti atstumą tarp rezonatoriaus veidrodžių, pastumiant didelio atspindžio veidrodį DAV800 10-15 mm nuo He-Ne lazerio vamzdelio LVL (jei lazerinė generacija

dingsta, reikia sumažinti postūmio atstumą ir derinti veidrodį DAV800 tarpinėse padėtyse). Atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠVPLO ir DAV800, gauti didžiausią generuojamos spinduliuotės optinę galią. Užregistruoti optinę galią.

- Kartoti matavimą kol gaunama lazerinė generacija.
- Rezultatus atvaizduoti grafiškai. Nustatyti rezonatoriaus stabilumo ribas ir palyginti su apskaičiuota teoriškai (3 užduotis).

12. Išmatuoti generuojamos spinduliuotės galios priklausomybę nuo He-Ne lazerio vamzdelio padėties.

- Padidinti atstumą tarp rezonatoriaus veidrodžių iki 700-750 mm, pastumiant didelio atspindžio veidrodį DAV800. Atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠVPLO ir DAV800, gauti didžiausią generuojamos spinduliuotės optinę galią. Užregistruoti optinę galią. (Atstumas tarp He-Ne lazerio vamzdelio laikiklio LVL centro ir tvirtinimo ant bėgio elemento krašto yra 185mm)
- Pastumti per 10-15 mm link didelio atspindžio veidrodžio DAV800. Atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠVPLO ir DAV800, gauti didžiausią generuojamos spinduliuotės optinę galią. Užregistruoti optinę galią.

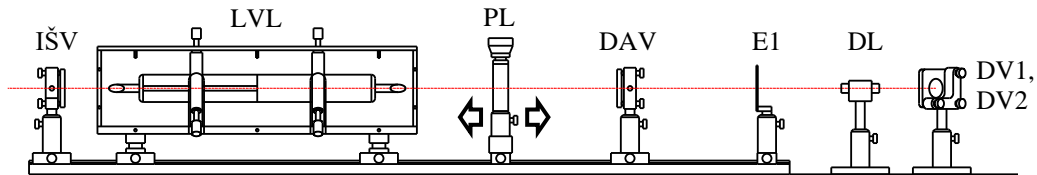


20 pav. Generuojamos lazerinės spinduliuotės optinės galios priklausomybės nuo He-Ne lazerio vamzdelio padėties matavimas.

- Kartoti matavimą kol gaunama lazerinė generacija arba He-Ne lazerio vamzdelio laikiklis LVL pristumiamas prie didelio atspindžio veidrodžio DAV800.
- Rezultatus atvaizduoti grafiškai.

13. Išmatuoti pluošto skersmens priklausomybę nuo padėties rezonatoriuje.

- Gražinti He-Ne lazerio vamzdelio laikiklį LVL į pradinę padėtį prie išvadinio veidrodžio IŠVPLO. Atsargiai derinant rezonatoriaus veidrodžius IŠVPLO ir DAV800, gauti didžiausią generuojamos spinduliuotės optinę galią.
- Ant bėgio pritvirtinti laikiklį su derinamo pločio plyšiu PL tarp He-Ne lazerio vamzdelio laikiklio LVL ir didelio atspindžio veidrodžio DAV800 10-15 mm atstumu nuo He-Ne lazerio vamzdelio laikiklio LVL. Plyšio plotis derinamas laikiklio viršuje esančiu mikrometru.



21 pav. Pluošto skersmens priklausomybės nuo padėties rezonatoriuje matavimas.

- Derinamo pločio vertikalaus plyšio centras turi sutapti su lazeryje generuojamo lazerinio pluošto centru, jei būtina plyšio centro padėtis derinama transliaciniu staleliu.



22 pav. Laikiklis su derinamo pločio plyšiu PL.

- 1 – Mikrometras plyšio pločio derinimui.
- 2 – Derinamo pločio plyšis.
- 3 – Transliacinis staliukas plyšio skersiniai padėčiai keisti.

- Derinant plyšio plotį ir plyšio centro padėtį, nustatomas mažiausias plyšio plotis, kuriam esant vyksta lazerinė generacija.
- Pastumti laikiklį su derinamo pločio plyšiu per 10-15 mm link didelio atspindžio veidrodžio DAV800. Derinant plyšio plotį ir plyšio centro padėtį, nustatomas mažiausias plyšio plotis, kuriam esant vyksta lazerinė generacija.
- Kartoti matavimą kol laikiklis su derinamo pločio plyšiu pasieks didelio atspindžio veidrodį DAV800.

Lazerinio Gauso pluošto spindulio $\omega(z)$ priklausomybė nuo padėties z lygi:

$$\omega(z) = \omega_0 \sqrt{1 + \left(\frac{z}{z_0}\right)^2}, \quad (3)$$

kur ω_0 – Gauso pluošto spindulys sąsmaukoje, z_0 – Relėjaus ilgis. Relėjaus ilgis, tai atstumas nuo sąsmaukos, kuriame pluošto spindulys lygus $\omega_0\sqrt{2}$:

$$z_0 = \frac{\pi\omega_0^2}{\lambda}. \quad (4)$$

Gauso pluošto bangos fronto, plokštumos kurioje fazė lygi konstantai, kreivumo spindulys $R(z)$ lygus:

$$R(z) = z \left(1 + \left(\frac{z_0}{z}\right)^2\right). \quad (5)$$

Idealiu atveju rezonatoriuje nusistovėjusio lazerinio Gauso pluošto bangos fronto kreivumo spinduliai sutampa su rezonatoriaus veidrodžių kreivumo spinduliais.

- Apskaičiuoti lazerinio Gauso pluošto Relėjaus ilgį z_0 , kai pirmas veidrodys plokščias, kurio kreivumo spindulys lygus $r_1 = \infty$, ir antrojo veidrodžio kreivumo spindulys lygus $r_2 = 800$ mm. Tokiu atveju Gauso pluošto sąsmauką galima sutapatinti su

pirmojo veidrodžio padėtimi. Remiantis (5) formule, lazerinio Gauso pluošto bangos fronto kreivumo spindulys antrojo veidrodžio padėtyje bus lygus:

$$R(d) = r_2 = d \left(1 + \left(\frac{z_0}{d} \right)^2 \right), \quad (6)$$

kur d – laboratoriniame darbe naudotas atstumas tarp veidrodžių.

- Remiantis (3) ir (4) formulėmis, apskaičiuoti Gauso pluošto spindulį sąsmaukoje ω_0 ir Gauso pluošto spindulio $\omega(z)$ priklausomybę nuo padėties z rezonatoriuje.
- Atvaizduoti grafiškai išmatuotus ir apskaičiuotus lazerinio optinio pluošto spindulių priklausomybes nuo padėties. Palyginti rezultatus.

Literatūra

1. W. T. Silfvast, Laser fundamentals, (Cambridge University Press, Cambridge, 2004),
2. O. Svelto, Principles of lasers, 5th ed. (Springer, New York, 2010),
3. B. E. A. Saleh, M. C. Teich, Fundamentals of photonics, (J. Wiley, New York, 1991),
4. A. Yariv, Quantum electronic, 3rd ed. (J. Wiley, New York, 1988).
5. P. W. Milonni, J. H. Eberly, Laser physics (Wiley, Hoboken, 2010),
6. N. Hodgson, H. Weber, Laser resonators and beam propagation: fundamentals, advanced concepts and applications, 2nd ed. (Springer, New York, 2005).