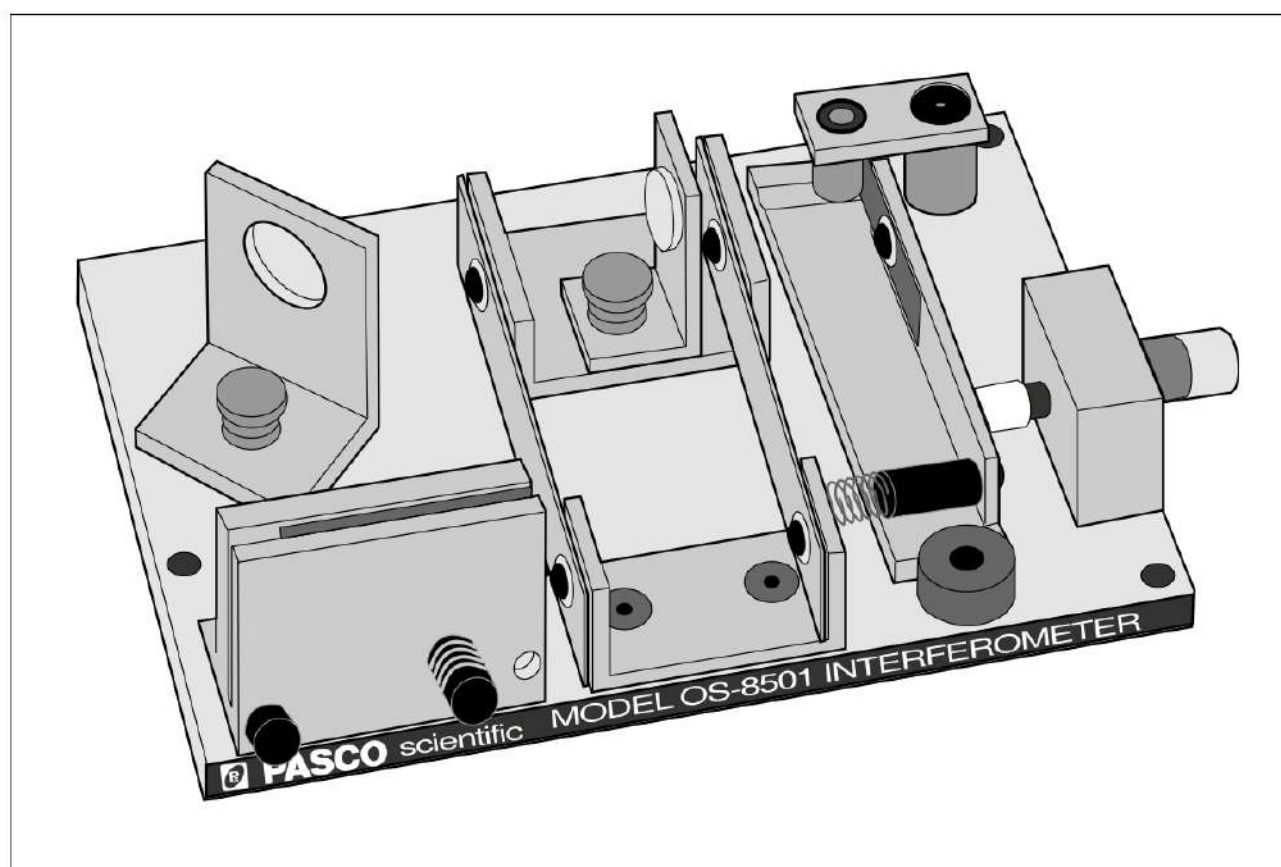


**Kasutusjuhend ja
katsete juhend PASCO
scientific mudelile
OS-8501**

012-02675
10/91
Redaktsioon
B

Interferomeeter



Autoriõigus © veebruar 1986

\$10.00

PASCO
scientific

Esita küsimus
Küsige PASCO ametlikult partnerilt Eestis DIRI.NET OÜ
ask@ste.education
<https://oppelabor.ee>

better
ways to
teach science

Sisukord

Jaotis Lehekülg

Autoriõigus, garantii ja seadmete tagastamine	ii
Sissejuhatus	1
Seadmed	1
Komplekti kuuluvad seadmed:	
Vajalikud lisaseadmed:	
Soovitavad lisaseadmed:	
Tööpõhimõte	2
Interferentsi teooria	
Michelsoni interferomeeter	
Kasutamine	
Interferomeeter	4
Liikuv peegel	4
Interferomeetri joondamine	5
Katse 1: Valguse lainepikkuse mõõtmine	7
Katse 2: Õhu murdumisnäitaja mõõtmine	8
Lisa	
Hooldus	11
Varuosad	11
Interferomeetria spektraalvalgusallikaga	12

Autoriõigus, garantii ja seadmete tagastamine

Palun - võite seda juhendit vabalt paljundada allpool toodud autoriõiguse piirangute kohaselt.

Autoriõiguse märkus

PASCO scientific mudeli OS-8501 interferomeetri juhend on kaitstud autoriõigusega ja kõik õigused on reserveeritud. Siiski antakse mittetulunduslikele haridusasutustele luba paljundada selle juhendi mis tahes osa tingimusel, et koopiaid kasutatakse ainult nende laborites ja neid ei müüda kasumi saamiseks. Paljundamine mis tahes muudel asjaoludel ilma PASCO scientific kirjaliku nõusolekuta on keelatud.

Piiratud garantii

PASCO scientific garanteerib, et sellel tootel ei esine materjali- ega valmistusvigu ühe aasta jooksul alates kliendile lähetamise kuupäevast. PASCO parandab või asendab omal valikul toote mis tahes osa, mis leitakse olevat materjali- või valmistusveaga. See garantii ei kata toote kahjustusi, mis on põhjustatud väärkasutusest või ebaõigest kasutamisest. Selle, kas toote rike on tingitud tootmisveast või kliendi ebaõigest kasutamisest, otsustab üksnes PASCO scientific. Garantiiremondiks seadme tagastamise eest vastutab klient. Seade tuleb kahjustuste vältimiseks nõuetekohaselt pakkida ning saata posti- või veokulud ette makstuna. (Tagasisaatmisel ebaõigest pakkimisest põhjustatud kahjustusi garantii ei kata.) Seadme kliendile tagastamise veokulud pärast remonti tasub PASCO scientific.

Seadmete tagastamine

Kui toode tuleb mingil põhjusel PASCO scientificule tagastada, teavitage PASCO scientificut ENNE toote tagastamist kirja, telefoni või faksi teel. Pärast teavitamist väljastatakse viivitamata tagastusluba ja saatmisjuhised.

MÄRKUS: ÜHTEGI SEADET EI VÕETA TAGASTAMISEKS VASTU ILMA PASCO TAGASTUSLOATA.

Seadme remonti saatmisel tuleb see nõuetekohaselt pakkida. Vedajad ei vastuta ebaõigest pakkimisest põhjustatud kahjustuste eest. Et seade saatmise ajal kahjustada ei saaks, järgige järgmisi reegleid:

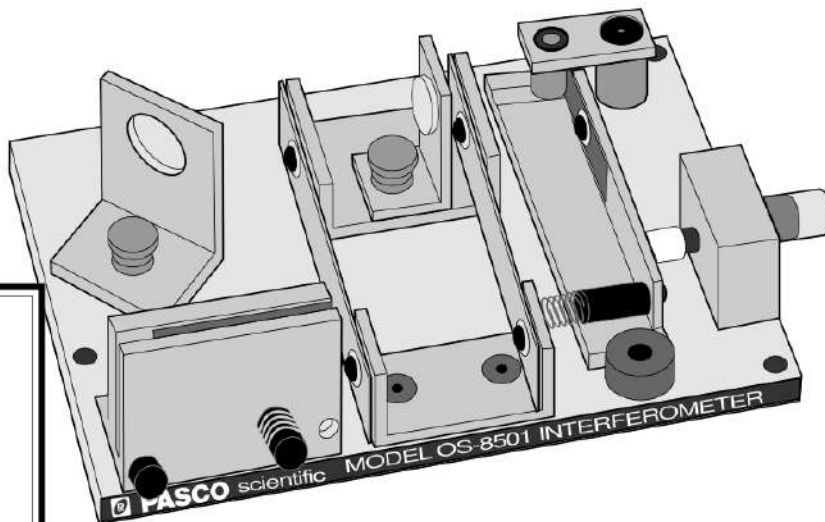
1. Pakend peab olema saadetava eseme jaoks piisavalt tugev.
2. Veenduge, et seadme mis tahes punkti ja kasti siseseinte vahel oleks vähemalt kaks tolli pakkematerjali.
3. Veenduge, et pakkematerjal ei saaks kastis nihkuda ega kokku surutud saada nii, et instrument puutuks vastu pakendi seinu.

Esita küsimus

Küsi PASCO ametlikult partnerilt Eestis DIFI.NET OÜ
ask@ste.education
<https://oppelabor.ee>

Sissejuhatus

PASCO scientific mudeli OS-8501 Michelsoni interferomeeter on täppisinstrument, millega saab nähtava monokromaatilise valguse lainepikkust mõõta parema kui 5% täpsusega. Komplekti kuuluva vaakumkambriga saab seda kasutada ka õhu murdumisnäitaja täpseks mõõtmiseks.



ETTEVAATUST: Ärge puudutage interferomeetri optilisi pindu, sest isegi väga väikesed kriimustused võivad vähendada interferentsipildi selgust. Optiliste pindade puhastamise juhised leiate selle juhendi lõpus olevast jaotisest Hooldus.

Seadmed

Komplekti kuuluvad seadmed:

- Interferomeetri alus sisseehitatud mikromeetri ja loodimisjalga
- Liikuv peegel
- Kiirejagur
- Kolmepunktiliselt reguleeritav fikseeritud peegel
- Vaakumkamber õhu murdumisnäitaja mõõtmiseks
- Kiirt laiendav lääts koos komponendihoidikuga
- Vormitud kandekohver

Vajalikud lisaseadmed:

Valgusallikas: Michelsoni interferomeetri kasutamiseks on vaja ka monokromaatilist valgusallikat, eelistatavalt laserit. Soovitame PASCO 0.5 mW He-Ne laserit (mudel OS-9171), kuid sobib iga väikese võimsusega nähtavas spektrialas töötav laser. Joondamise hõlbustamiseks peaks kiire kõrgus lauapinnast olema 1.5 tolli (3.8 cm). Interferomeetri loodimiskruvid võimaldavad kõrgust reguleerida.

Vaakumpump: Õhu murdumisnäitaja mõõtmiseks on vaja ka vaakumpumpa. PASCO käsivaakumpump (mudel OS-8502) on täpne, kuid suhteliselt odav sisseehitatud manomeetriga pump. See võimaldab interferentsivöötid loendamisel vaakumitaset täpselt juhtida. Vaakumkambrist võib siiski kasutada iga pumbaga, mille saab ühendada 1/4-tollise (0.64 cm) siseläbimõõduga voolikuga.

ETTEVAATUST: Ärge kasutage vaakumkambrist kompressoriga; kamber ei ole ette nähtud ülerõhu talumiseks.

Soovitavad lisaseadmed:

PASCO optiline pink aitab interferomeetrit joondada. See lihtsustab joondusprotseduuri ning pingi pinnal olevad magnetpadjad hoiavad laseri ja interferomeetri pärast süsteemi joondamist kindlalt paigal. 1.0 m optilise pingi saab osta eraldi (mudel OS-9103). 70 cm optiline pink kuulub PASCO scientificu sissejuhatava optikasüsteemi (mudel OS-8500) põhikomplekti.

Tööpõhimõte

Interferentsi teooria

Valguskiirt saab käsitleda võnkuvate elektri- ja magnetväljade lainena. Kui kaks valguskiirt ruumis kohtuvad, liituvad need väljad superpositsiooni printsiibi järgi. Igas ruumpunktis määratakse elektri- ja magnetväljad üksikute kiirte väljade vektorsummana.

Kui kaks valguskiirt pärinevad eri allikatest, puudub nende elektromagnetvõnkumiste vahel üldjuhul püsiv seos. Kui kaks sellist valguskiirt kohtuvad, leidub igal ajahetkel ruumis punkte, kus väljad liituvad maksimaalseks väljatugevuseks. Nähtava valguse võnkumised on aga palju kiiremad, kui inimsilm suudab tajuda. Kuna võnkumiste vahel puudub püsiv seos, võib punkt, kus ühel hetkel on maksimum, järgmisel hetkel olla miinimum. Inimsilm keskmistab need tulemused ja tajub ühtlast valguse intensiivsust.

Kui aga kaks valguskiirt pärinevad samast allikast, on nende võnkumiste sageduse ja faasi vahel tavaliselt teatav korrelatsioon. Ühes ruumpunktis võib kahe kiire valgus olla pidevalt samas faasis. Sel juhul on summaarne väli alati maksimaalne ja nähtav on hele punkt. Teises punktis võib kahe kiire valgus olla pidevalt vastasfaasis ning nähtav on miinimum ehk tume punkt.

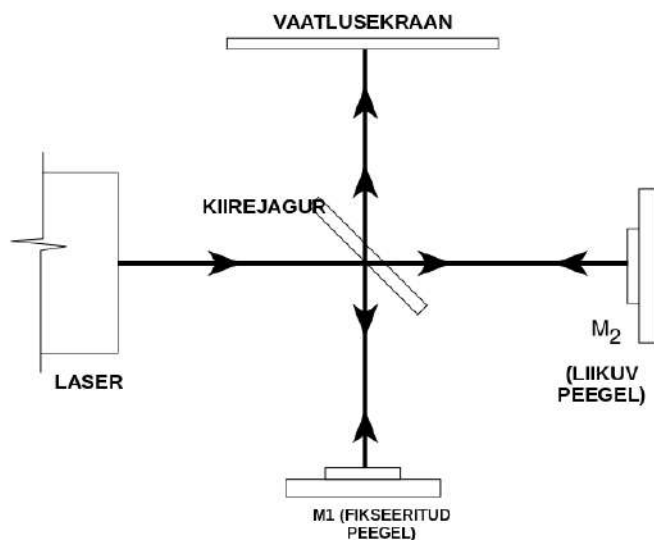
Thomas Young oli üks esimesi, kes kavandas meetodi sellise interferentsimustri tekitamiseks. Ta suunas ühe kitsa valguskiire kahele kitsale lähestikku paiknevale pilule. Pilude vastas asus vaatlus-ekraan. Kohtades, kus kahe pilu valgus ekraanile langes, muutus nähtavaks korrapärane tumedate ja heledate vöötide muster. Esmakordsel teostamisel andis Youngi katse olulise tõendi valguse lainelise olemuse kohta.

Youngi pilud toimivad lihtsa interferomeetrina. Kui pilude vahekaugus on teada, saab maksimumide ja miinimumide vahekauguse põhjal määrata valguse lainepikkuse. Vastupidi, kui valguse lainepikkus on teada, saab interferentsimustri põhjal määrata pilude vahekauguse.

Michelsoni interferomeeter

1881. aastal, ligikaudu 78 aastat pärast Youngi kahe pilu katse tutvustamist, kavandas ja ehitas A. A. Michelson samasel põhimõttel töötava interferomeetri. Algselt kavandas Michelson oma interferomeetri eetri olemasolu kontrollimiseks; eeter oli hüpoteetiline keskkond, milles arvati valgus levivat. Osaliselt tema töö tulemusena ei peeta eetrit enam elujõuliseks hüpoteesiks. Michelsoni interferomeetrist on saanud laialt kasutatav instrument valguse lainepikkuse mõõtmiseks ning teadaoleva lainepikkusega valgusallika abil üliväikeste vahemaade mõõtmiseks.

Joonisel 1 on esitatud Michelsoni interferomeetri skeem. Laseri valguskiir langeb kiirejagurile. Kiirejagur on konstrueeritud nii, et see peegeldab 50% langevast valgusest ja laseb läbi ülejäänud 50%. Seega jaguneb langev kiir kaheks: üks kiir peegeldub peegli M1 suunas ja teine läbib kiirejaguri peegli M2 suunas. M1 ja M2 peegeldavad kiired tagasi kiirejaguri poole. Pool M1-lt tulevast valgusest läbib kiirejaguri ja jõuab vaatlus-ekraanile ning pool M2-lt tulevast valgusest peegeldub kiirejagurilt vaatlus-ekraanile.



Joonis 1 MICHELSONI INTERFEROMEETER

Sel viisil algne valguskiir jagatakse ning tekkinud kiirte osad tuuakse uuesti kokku. Kiired pärinevad samast allikast ja nende faasid on tugevalt korreleeritud. Kui laseri ja kiirejaguri vahele asetatakse lääts, hajub valguskiir laiemaks. Vaatlus-ekraanil on näha tumedatest



Joonis 2 INTERFERENTSIMUSTER

ja heledatest ringidest ehk interferentsivöötidest koosnev muster, nagu on näidatud joonisel 2.

MÄRKUS: Ärge muretsege, kui muster on ebakorrapärane või selles on vähem interferentsivööte. Kui vöödid on selgelt nähtavad, on mõõtmised täpsed.

Kuna kaks interfereruvat valguskiirt eraldati samast algiirest, olid need algselt samas faasis. Nende suhteline faas mis tahes vaatlus-ekraani punktis kohtumisel sõltub seega nende optiliste teepikkuste erinevusest sellesse punkti jõudmisel.

Peeglit M2 liigutades saab ühe kiire teepikkust muuta. Kuna kiir läbib M2 ja kiirejaguri vahelise tee kaks korda, vähendab M2 liigutamine $1/4$ lainepikkuse võrra kiirejagurile lähemale selle kiire optilist teepikkust $1/2$ lainepikkuse võrra. Interferentsimuster muutub: maksimumide raadiused vähenevad ning need asuvad nüüd endiste miinimumide kohtadel. Kui M2 liigutada veel $1/4$ lainepikkuse võrra kiirejagurile lähemale, vähenevad maksimumide raadiused taas ning maksimumid ja miinimumid vahetavad kohad. See uus paigutus on siiski algsest mustrist eristamatu.

Liigutades M2 aeglaselt mõõdetud vahemaa dm võrra ja loendades m , mitu korda interferentsivöötide muster taastub algolekusse, saab valguse lainepikkuse (λ) arvutada järgmiselt:

$$\lambda = \frac{2d}{m}$$

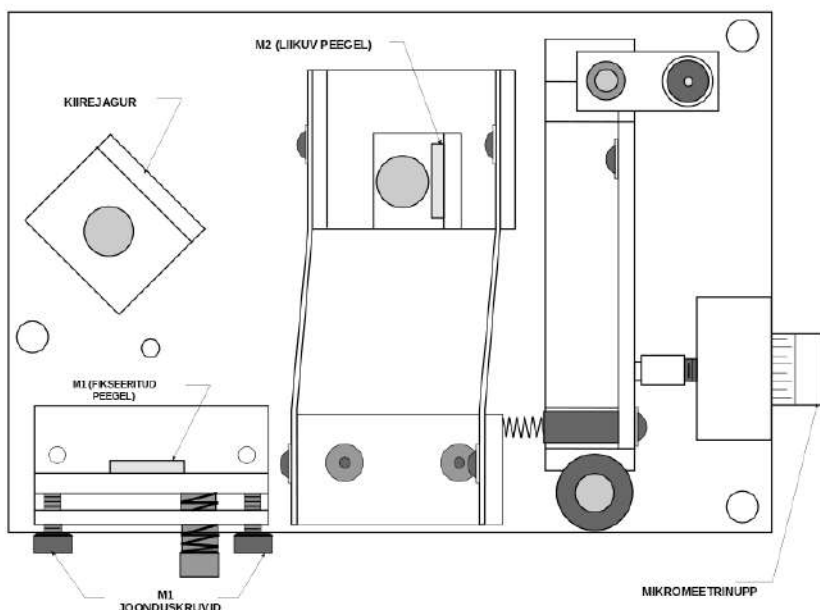
Kui valguse lainepikkus on teada, saab sama meetodit kasutada dm mõõtmiseks.

Kasutamine

Interferomeeter

Michelsoni interferomeeter on näidatud joonisel 3. Kiirejaguri ja liikuva peegli M2 joondust saab hõlpsalt reguleerida, lõdvendades neid interferomeetri külge kinnitavaid käsikruvisid. Fikseeritud peegel M1 on paigaldatud joondusklambrile. Klambriil on kaks joonduskruvi peegli nurga reguleerimiseks.

M2 liikumist kiirejaguri poole ja sellest eemale juhitakse ning mõõdetakse mikromeetrinupuga. Nupu iga jaotis vastab peegli 1 mikromeetri (10^{-6} meetri) suurusele liikumisele.



Liikuv peegel

Valguse lainepikkuse mõõtmiseks peab M2 liikumine olema mõõdetav ligikaudu 10^{-6}

meetri suurusel vahemaadel. Lisaks peab peegli peegeldav pind liikumise ajal jääma langeva valguskiire teljega risti.

M2 peegeldava pinna joondatuse säilitamiseks liikumise ajal kasutatakse pingul lindiga kelku. Peegel on paigaldatud hälli, mis on kinnitatud kahe pooljäiga alumiiniumlindi külge. Sellise ehituse korral saab peegel vabalt liikuda, kuid selle liikumine on piiratud kiire teljega paralleelsele sirgele.

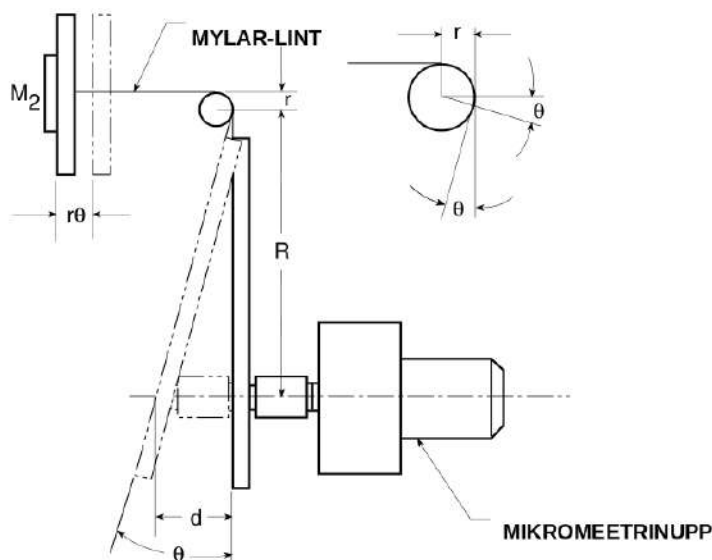
Mikromeetrimehhanism juhhib ja mõõdab M2 liikumist. M2 häll on kinnitatud mylar-lindi külge, mis omakorda on kinnitatud hoova külge. Hoova nihet juhitakse mikromeetrinupuga.

Oletame, et mikromeetrinuppu pööratakse nii, et see surub hooba sisse vahemaa d võrra (vt joonis 4). Hoova nurk muutub suuruse θ võrra nii, et $d = R \tan \theta$, nagu näidatud. Kuna nurga muutus on alati väike, on hea lähendus $R \tan \theta = R\theta$. Hoova nurga muutus põhjustab mylar-lindi tõmbamise ümber hoovatapi täiendava pikkuse $r\theta$ võrra,

kus r on hoovatapi raadius. Seetõttu tõmmatakse peegel kiirejagurist eemale suuruse $r\theta$ võrra.

Joonis 3 INTERFEROMEETER

Nii tekitab hoova suhteliselt suur nihe ($d = R\theta$) peegli palju väiksema nihke ($dm = r\theta$). Valides r ja R sobivad väärtused, juhitakse M2 liikumist nii, et mikromeetri skaala iga jaotis vastab peegli 1 mikromeetri suurusele liikumisele.



Joonis 4 PEEGLI LIIKUMISMEHHANISM

Interferomeetri joondamine

MÄRKUS: See joondusprotseduur on mõeldud PASCO scientific optilise pingi kasutajatele. Kui te optilist pinki ei kasuta, kinnitage tasasele horisontaalsele pinnale kleeplindiga sirgjoonlaud. Sirgjoonlaud asendab optilise pingi joondussiini.

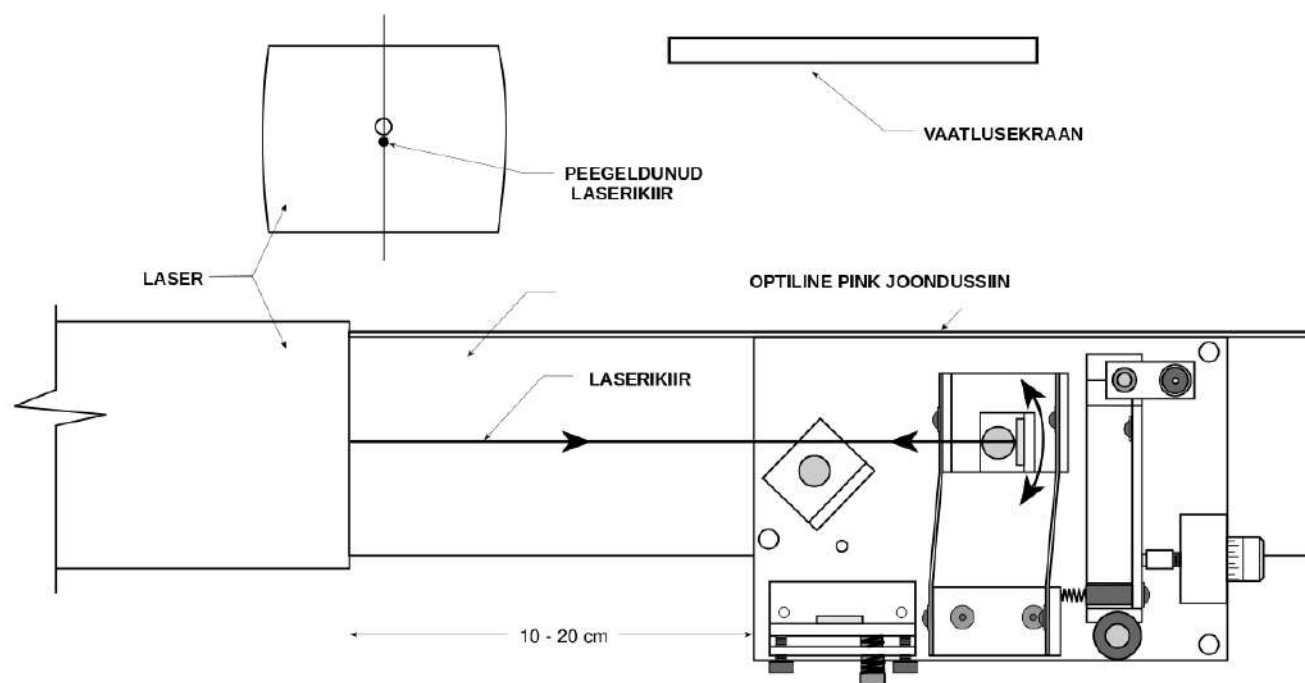
1. Asetage laser ja interferomeeter optilisele pingile ligikaudu 10-20 cm kaugusele teineteisest (joonis 5). Veenduge, et mõlema seadme servad oleksid vastu pingi joondussiini. Paigutage vaatlus-ekraan joonisel näidatud viisil. (Mugava ekraani saab teha raamatu kaanele kinnitatud tühjast valgest paberilehest.) Lülitage laser sisse.

2. Lõdvendage kiirejagurit hoidvat käsikruvi ja pöörake kiirejaguri nii, et see jääks laserikiire teelt kõrvale, nagu on näidatud joonisel 5. Seejärel lõdvendage liikuva peegli M2 käsikruvi. Pöörake M2 nii, et laserikiir peegelduks otse tagasi laseri ava suunas. (Peegeldunud kiir ei pea olema langeva kiirega samal kõrgusel, kuid see peab tabama laseri esipaneeli piki ava läbivat vertikaaljoont.) Hoidke M2 paigal ja pingutage käsikruvi.

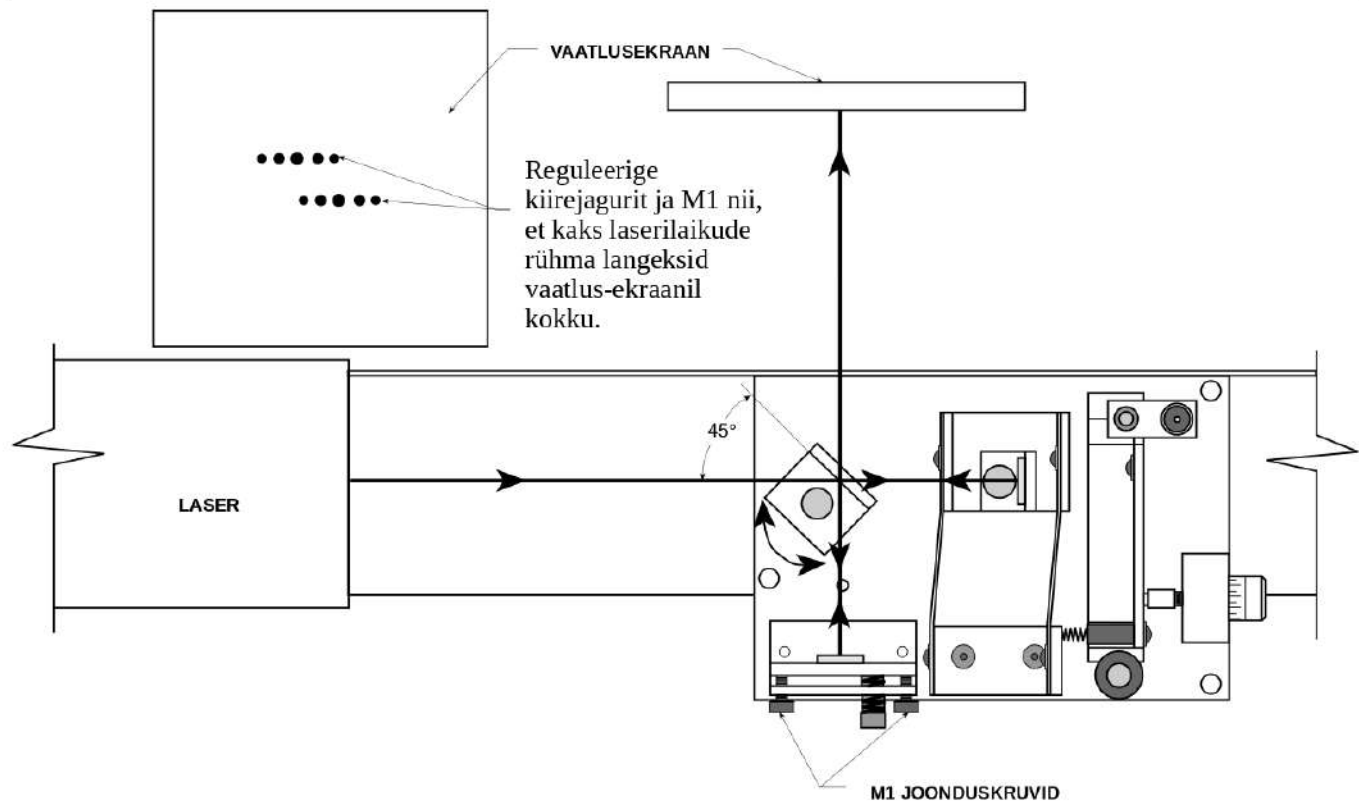
3. Pöörake kiirejagurit nii, et selle pind oleks langeva laserikiire suhtes ligikaudu 45° nurga all (vt joonis 6). Vaatlus-ekraanil näete kahte laserilaikude rühma, mis vastavad kahele tee, mida kiir ekraanile jõudmiseks läbib. (Iga tee tekitab rohkem kui ühe laserilaigu kiirejaguri siseste korduvpeegelduste tõttu.) Reguleerige kiirejagurit nii, et kaks laserilaikude rühma oleksid võimalikult lähedastikku, ja seejärel pingutage kiirejaguri kinnitamiseks käsikruvi.

4. Reguleerige joonduskruvidega M1 nurka, kuni kaks laserilaikude rühma langevad vaatlus-ekraanil kokku (kaks kõige eredamat laiku peavad kattuma).

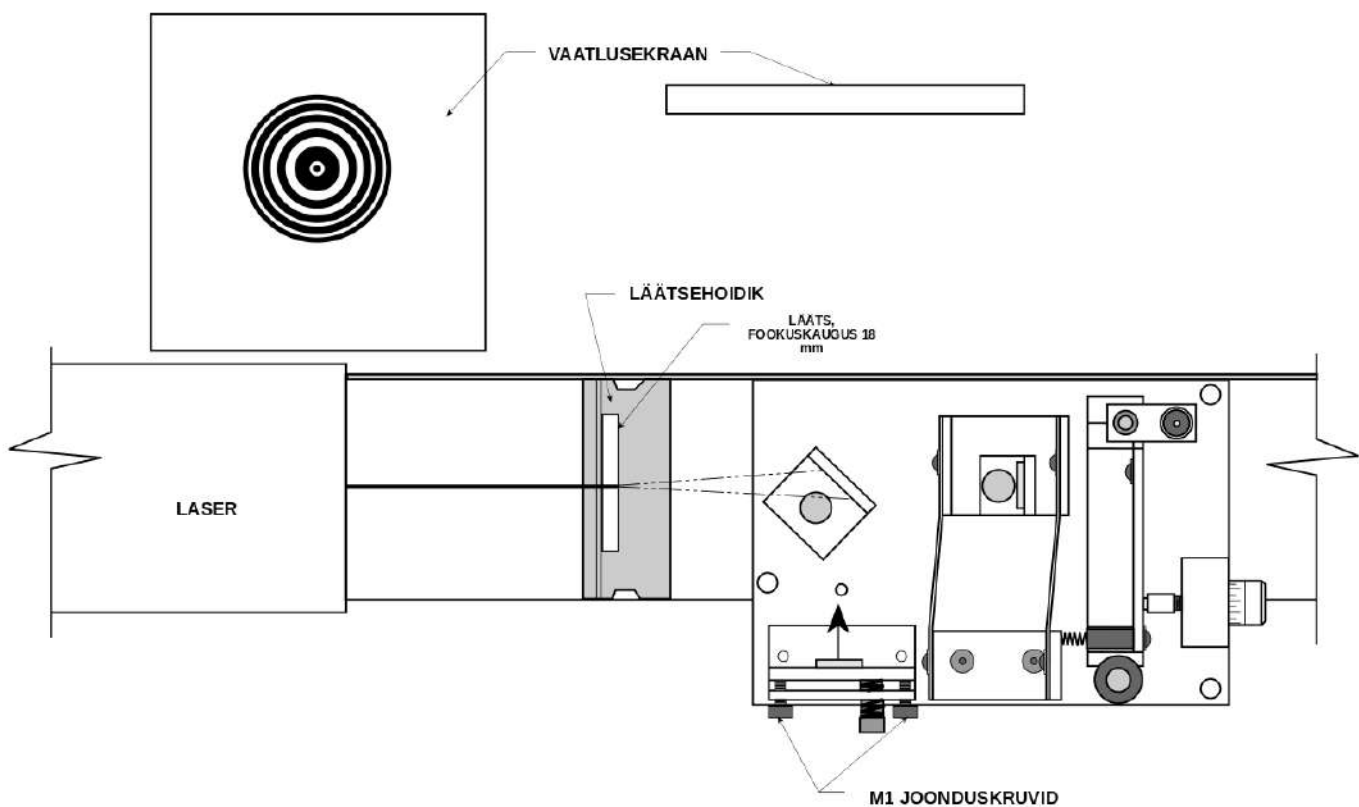
5. Asetage läätsehoidik optilisele pingile joonisel 7 näidatud viisil. Veenduge, et selle serv oleks vastu joondussiini. Seejärel asetage hoidikule 18 mm fookuskaugusega lääts (see kinnitub magnetiliselt). Reguleerige läätse asendit hoidikul nii, et läätse poolt laiendatud laserivalgus tabaks kiirejaguri keskosa. Kui joondamine on tehtud õigesti, näete vaatlus-ekraanil konsentriliste ringide interferentsimustrit. Kui joondus ei ole päris õige, ei pruugi interferentsimustri keskpunkt ekraanil nähtav olla. Vajaduse korral reguleerige M1 joonduskruvisid väga aeglaselt, et muster tsentreerida.



Joonis 5 M1 REGULEERIMINE



Joonis 6 LASERILAIKUDE JOONDAMINE



Joonis 7 LÄÄTSE PAIGUTAMINE

Katse 1: Valguse lainepikkuse mõõtmine

Teooria

Paljudes interferomeetrite teaduslikes ja tööstuslikes rakendustes kasutatakse teadaoleva lainepikkusega valgusallikat üliväikeste - umbes 10^{-6} meetri suuruste - nihete mõõtmiseks. Kui peegli liikumisteed on aga teada, saab interferomeetriga mõõta valgusallika lainepikkust. Selles katses mõõdate interferomeetriga oma laseri valguse lainepikkust.

Töö käik

1. Joondage laser ja interferomeeter eelmises jaotises kirjeldatud viisil nii, et vaatlus-ekraanil oleks selgelt nähtav ringikujuliste interferentsivöötide muster.
2. Reguleerige mikromeetrinuppu nii, et hoob oleks ligikaudu paralleelne interferomeetri aluse servaga. Selles asendis on seos nupu pöördnurja ja peegli liikumise vahel kõige lähedasem lineaarsele.
3. Pöörake mikromeetrinuppu üks täispööre vastupäeva. Jätkake vastupäeva pööramist, kuni nupul olev null on indeksmärgiga kohakuti.

MÄRKUS: Iga kord, kui muudate mikromeetrinupu pööramise suunda, esineb enne peegli liikuma hakkamist väike vabakäik. Seda nimetatakse mehaaniliseks lötkuks ja see esineb igas mehaanilises süsteemis, kus liikumissuunda pööratakse ümber. Alustades ühest täispöördest vastupäeva ja pöörates interferentsivöötdede loendamisel seejärel ainult vastupäeva, saate lötku mõju mõõtmisel kõrvaldada.

4. Kui kasutate vaatlus-ekraanina tühja paberilehte, tehke paberile kahe interferentsivöödi vahele võrdlusemärki. Vööte on lihtsam loendada, kui võrdlusemärk asub mustri keskpunkti ühe või kahe vöödi kaugusel.
5. Pöörake mikromeetrinuppu aeglaselt vastupäeva. Loendage interferentsivööte, kui need läbivad võrdlusemärki. Jätkake, kuni võrdlusemärgist on möödunud ette määratud arv vööte (loendage vähemalt 20 vööti). Loendamise lõpetamisel peaksid vöödid olema võrdlusemärgi suhtes samas asendis nagu loendamise alguses.
6. Märkige üles d_m , vahemaa, mille võrra liikuv peegel mikromeetrinupu pööramisel kiirejaguri poole liikus. Pidage meeles, et mikromeetrinupu iga jaotis vastab peegli ühe mikromeetri (10^{-6} meetri) suurusele liikumisele.

$$d_m = \underline{\hspace{2cm}}$$

7. Märkige üles m , teie võrdlusemärki ületanud interferentsivöötdede arv.

$$m = \underline{\hspace{2cm}}$$

8. Arvutage laservalguse lainepikkus ($\lambda = 2d_m/m$).

9. Arvutage protsentuaalne erinevus teie mõõdetud laservalguse lainepikkuse ja laseri spetsifikatsioonides toodud väärtuse vahel. (Laseri spetsifikatsioone küsige õpetajalt.)

Katse 2: Õhu murdumisnäitaja mõõtmine

Teooria

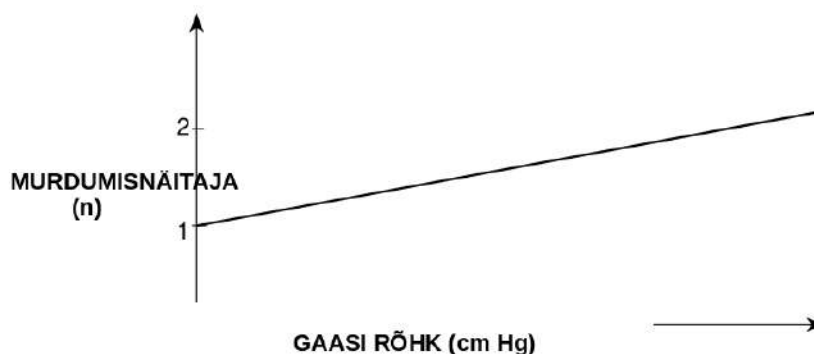
Kindla sagedusega valguse lainepikkus λ muutub järgmise valemi järgi:

$$\lambda = \lambda_0 / n;$$

kus λ_0 on valguse lainepikkus vaakumis ja n on selle aine murdumisnäitaja, milles valgus levib. Selles katses kasutate interferomeetrit õhu murdumisnäitaja mõõtmiseks.

Piisavalt madalatel rõhkudel muutub gaasi murdumisnäitaja gaasirõhuga lineaarselt. Vaakumis, kus rõhk on null, on murdumisnäitaja täpselt 1. Murdumisnäitaja sõltuvus gaasirõhust on näidatud joonisel 8.

Selles katses tehtud mõõtmised võimaldavad arvutada õhu vastava graafiku tõusu. Selle põhjal saab määrata õhu murdumisnäitaja arvvaartused eri rõhkudel.

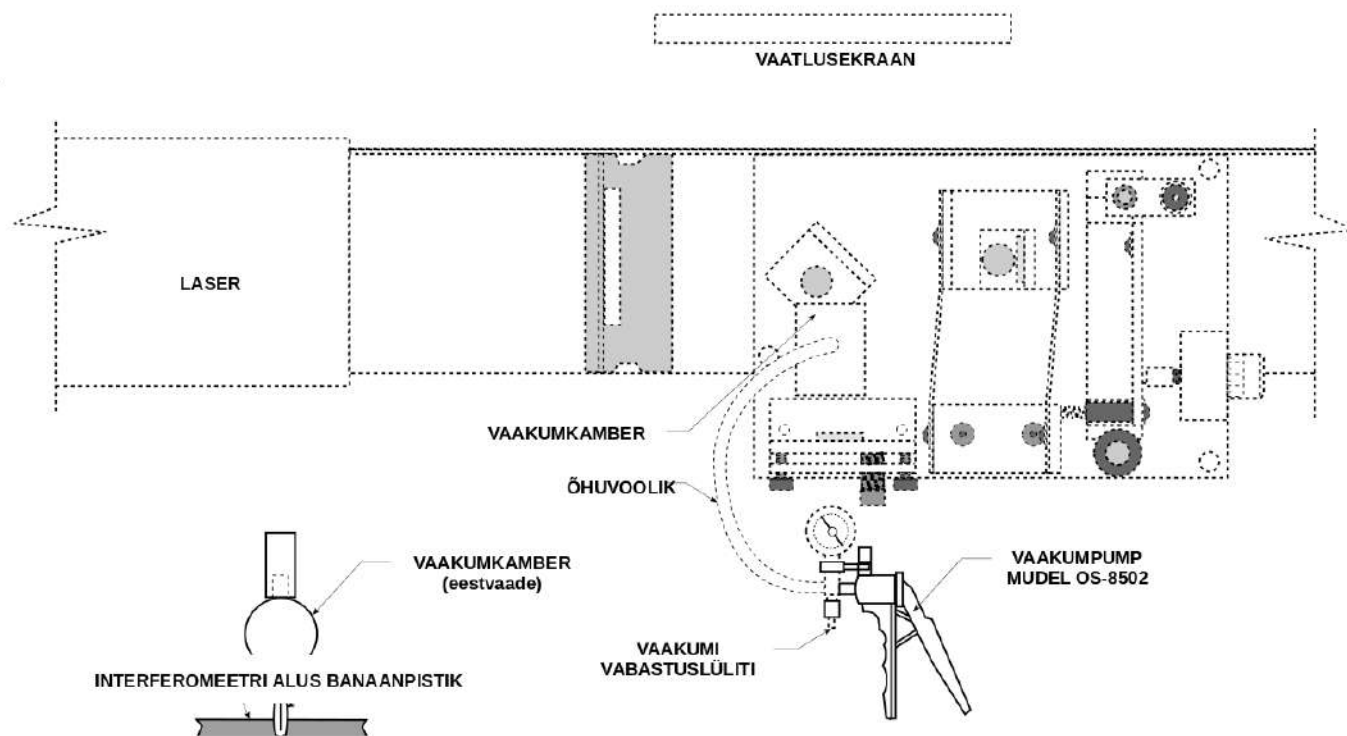


Joonis 8 GRAAFIK,
MURDUMISNÄITAJA SÕLTUVUS RÕHUST

Töö käik

1. Joondage laser ja interferomeeter selles juhendis eespool kirjeldatud viisil.
 2. Katseseade on näidatud joonisel 9. Lükake vaakumpumba õhuvoolik vaakumkambriga õhuava peale. Seejärel ühendage vaakumkambriga banaanistik interferomeetri aluses olevasse avasse - fikseeritud peegli ja kiirejaguri vahele.
 3. Reguleerige fikseeritud peegli joonduskruvisid nii, et interferentsimustri keskpunkt oleks vaatlus-ekraanil selgelt nähtav. (Vaakumkambriga klaasist otsaplaatide ebatasasused moonutavad interferentsimustri mõnevõrra.)
 4. Pange tähele, et vaakumkambriga banaanistik saab avas vabalt pöörata. Täpsete mõõtmiste jaoks peavad vaakumkambriga otsaplaadid olema laserikiirega risti. Pöörake kambriga aeglaselt ja jälgige mõju interferentsivöötele. Kuidas saate oma vaatluste põhjal veenduda, et vaakumkambriga otsaplaadid on õigesti joondatud?
-
-
5. Veenduge, et vaakumkambris olev õhk oleks atmosfäärirõhul. Kui kasutate PASCO käsivaakumpumpa, tehke seda vaakumi vabastuslüliti ümberlülitamisega. (Teise võimalusena on paljude jaoks mugavam alustada tühjendatud vaakumkambriga ja lasta interferentsivööte loendamise ajal õhk kambrisse. Kasutage seda meetodit,

4.



Joonis 9 KATSESEADE

mis võimaldab teil õhuvoolu mugavamalt juhtida.)

6. Märkige üles Pi, vaakumpumba manomeetri algnäit.

P_i = _____ cm Hg

MÄRKUS: Pi ja Pf (vt allpool) peavad olema absoluutrõhu näidud. Enamik vaakummanomeetreid mõõdab vaakumrõhku atmosfäärirõhu suhtes (nt kui manomeeter näitab 34 cm Hg, tähendab see, et tegelik rõhk on atmosfäärirõhust 34 cm Hg MADALAM). Sel juhul tuleb absoluutrõhk arvutada järgmiselt:

$$P_{\text{absolute}} = 76 \text{ cm Hg} - P_{\text{gauge}}$$

Loomulikult võib ruumi rõhk 76 cm Hg-st veidi erineda. Kui teil on ruumi rõhu täpsemaks mõõtmiseks parem meetod, võite ülaltoodud võrrandis asendada 76 cm Hg selle väärtusega.

7. Märkige vaatlus-ekraanile kahe interferentsivöödi vahele võrdluspunkt. Pumbake õhk vaakumkambrist aeglaselt välja sobiva rõhutasemeni. Selle käigus loendage Δm , võrdluspunkti läbivate interferentsivöötide arv. Märkige Δm allpool üles. Märkige üles ka P_f , vaakummanomeetri lõppnäit.

$$\Delta m = \underline{\hspace{2cm}}$$

$P_f =$ _____ cm Hg.

Andmete analüüs

Kui laserikiir liigub kiirejaguri ja fikseeritud peegli vahel edasi-tagasi, läbib see vaakumkambri kaks korda. Kambrist väljaspool ei muutu kahe interferomeetrikiire optilised teepikkused kogu katse vältel. Kambris suureneb aga valguse lainepikkus rõhu vähendamisel.

Oletame, et algselt on kambri pikkus d võrdne 10 lainepikkusega (tegelikult on see palju suurem). Kui kambrist õhku aeglaselt välja pumbata, suureneb lainepikkus seni, kuni kamber on mingil hetkel ainult 9-1/2 lainepikkust pikk. Kuna laserikiir läbib kambri kaks korda, teeb valgus kambrist läbimisel nüüd ühe võnke vähem. See mõjutab interferentsimustrit samamoodi nagu liikuva peegli nihutamine 1/2 lainepikkuse võrra kiirejaguri poole. Vaatlus-ekraani võrdlusmärgist on möödunud üks interferentsivööd.

Algselt on kambris $m_i = 2d/\lambda_i$ valguse lainepikkust (arvestades laserikiire mõlemat läbimist). Lõpprõhul on kambris $m_f = 2d/\lambda_f$ lainepikkust. Nende väärtuste erinevus $m_i - m_f$ on täpselt Δm , kambrist õhu eemaldamisel loendatud interferentsivöödide arv. Seega:

$$\Delta m = 2d/\lambda_i - 2d/\lambda_f$$

Kuid $\lambda_i = \lambda_0/n_i$ ja $\lambda_f = \lambda_0/n_f$, kus n_i ja n_f on kambris oleva õhu murdumisnäitaja alg- ja lõppväärtus. Seega $\Delta m = 2d(n_i - n_f)/\lambda_0$, millest $n_i - n_f = \Delta m \lambda_0 / 2d$. Graafiku n sõltuvuse rõhust tõus arvutatakse seega järgmiselt:

$$\frac{n_i - n_f}{\Delta m} = \frac{\lambda_0}{2d}$$

$P_i - P_f$ kus $P_i =$ õhu algrõhk

$P_f =$ õhu lõpprõhk

$n_i =$ õhu murdumisnäitaja rõhul P_i

$n_f =$ õhu murdumisnäitaja rõhul P_f

$\Delta m =$ evakueerimise ajal võrdluspunkti läbinud interferentsivöödide arv

$\lambda_0 =$ laservalguse lainepikkus vaakumis (küsi see väärtus õpetajalt)

$d =$ vaakumkambri pikkus (3.0 cm)

8. Arvutage õhu graafiku n sõltuvuse rõhust tõus.

9. Joonistage eraldi paberile graafik n sõltuvusest rõhust. Milline on graafiku põhjal n_{atm} , õhu murdumisnäitaja rõhul 1 atmosfäär (76 cm Hg)?

$$n_{\text{atm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

MÄRKUS: Pidage meeles, et nullrõhul on n täpselt 1. Kasutage seda fikseeritud andmepunktina ja konstrueerige graafik arvutatud tõusu abil. Tõus on väga väike, sest suured rõhumuutused põhjustavad n -is väga väikeseid muutusi. Reguleerige graafiku skaalat vajaduse järgi, et saaksite täpselt määrata n väikese muutuse nullrõhu ja atmosfäärirõhu vahel.

Lisa

Hooldus

OLULINE: Kõiki interferomeetri peegleid tuleb puhastada AINULT alkoholi ja pehme lapiga. Muud puhastusvahendid, näiteks Windex, võivad peeglite alumiiniumkattega esipinda kriimustada või lahustada.

Peale peeglite puhastamise ei ole muud hooldust vaja. Kui mylar-lint saab kahjustada või tugev löök põhjustab interferomeetri joondusest väljamineku, saatke seade remonti PASCO scientificule.

Varuosad

PASCO scientificult on saadaval järgmised varuosad:

Nimetus PASCO osa nr

Vaakumkambri komplekt 003-02197
Kumerlääts, fookuskaugus 18 mm 003-02281
Kolmepunktiliselt reguleeritava peegli komplekt 003-02671
Kiirejaguri komplekt 003-02672
Liikuva peegli komplekt 003-02673
Komponendihoidik 648-02696

Interferomeetria spektraalvalgusallikaga

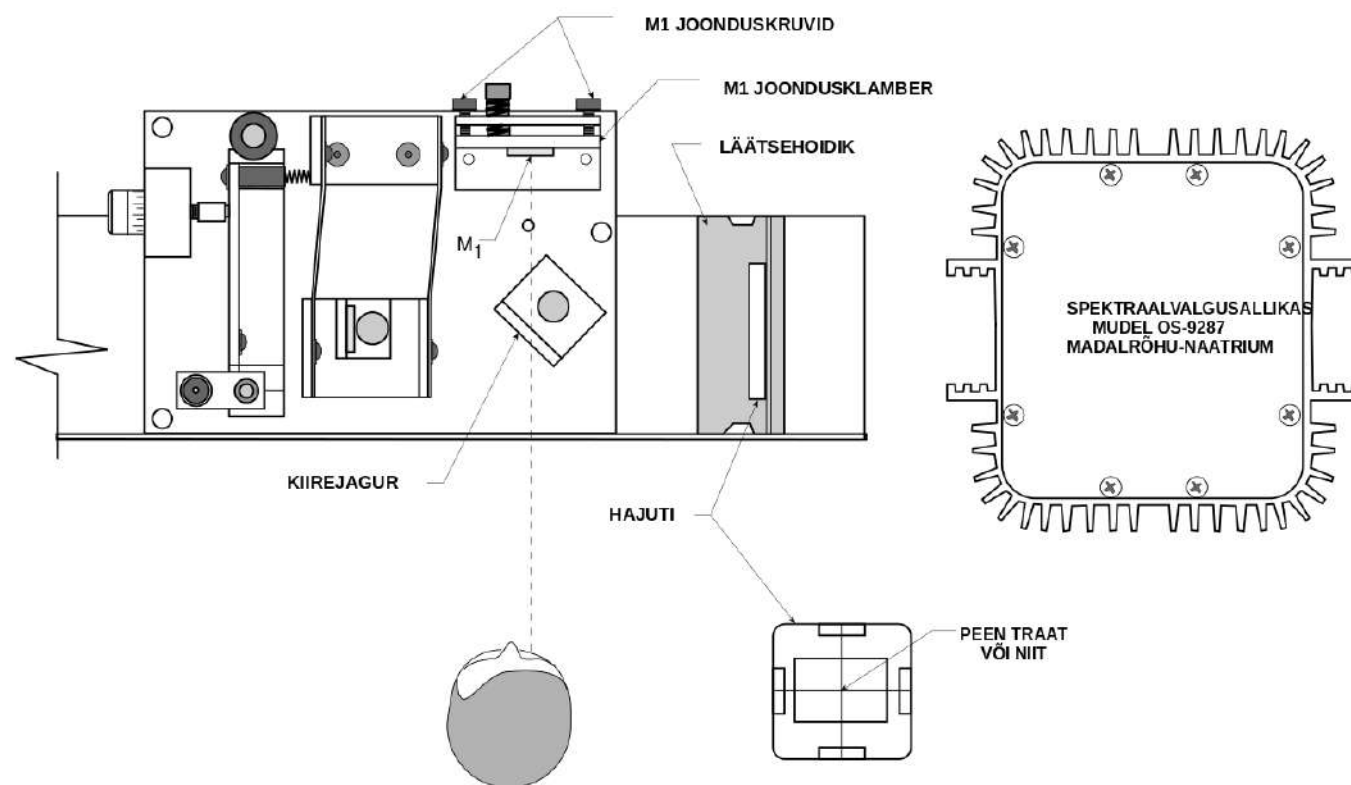
Kuigi Michelsoni interferomeeter töötab kõige paremini laserallikaga, saab interferomeetrilisi mõõtmisi edukalt teha iga piisava heledusega monokromaatilise allikaga. Ilma laserita ei ole interferentsivõtte üldjuhul võimalik ekraanile projitseerida. Selle asemel vaadeldakse võtte kiirejagurisse vaadates.

Selliseks kasutuseks sobib hästi spektraalvalgusallikas, näiteks PASCO mudel OS-9287 madalrõhu-naatriumvalgusallikas. Lisaks spektraalvalgusallikale on vaja hajutit, näiteks PASCO mudelit OS-9120.

Interferomeetri kasutamiseks spektraalse või muu monokromaatilise valgusallikaga:

1. Kinnitage hajuti pinnale kleepindiga kaks peent traadi- või niidijuppi, et moodustada ristniit.
2. Seadistage aparatuur allpool näidatud viisil ja lülitage valgusallikas sisse. Valgusallikas peab olema interferomeetri peeglitega samal kõrgusel.
3. Reguleerige fikseeritud peegli (M1) joonduskruvisid, kuni M1 joondusklambri esi- ja tagaplaat on ligikaudu paralleelsed.
4. Vaadates läbi kiirejaguri M1 suunas, reguleerige kiirejaguri pöördenurka, kuni näete M1-lt peegeldunud ristniidi kujutist.
5. Reguleerige nüüd liikuva peegli (M2) pöördenurka, kuni näete ristniidist teist kujutist. Reguleerige M1 joonduskruvisid, kuni kaks ristniidi kujutist kattuvad. Interferentsivööddid peaksid nüüd olema nähtavad, kui vaatate läbi kiirejaguri M1 suunas.

MÄRKUS: Kui kasutate spektraalvalgusallikat, mille spektrijooned on mitmel erineval lainepikkusel, võib olla vaja kasutada filtrit, mis blokeerib kõik spektri lainepikkused peale ühe.



JONIS 10 SPEKTRAALVALGUSALLIKA KASUTAMINE

Tehniline tugi

Tagasiside

Kui teil on toote või juhendi kohta kommentaare, andke meile sellest teada. Kui teil on ettepanekuid alternatiivsete katsete kohta või leiade juhendist probleemi, palun teatage sellest. PASCO hindab klientide tagasisidet. Teie tagasiside aitab meil toodet hinnata ja täiustada.

Esita küsimus

Küsi PASCO ametlikult partnerilt Eestis DIFI.NET OÜ

ask@ste.education

<https://oppelabor.ee>

Tehnilise toega ühenduse võtmine

Enne PASCO tehnilise toe töötajatele helistamist oleks kasulik ette valmistada järgmine teave:

Kui probleem puudutab PASCO seadet, märkige üles:

- nimetus ja mudelinumber (tavaliselt märgitud sildil);

- seadme ligikaudne vanus;

- probleemi / sündmuste järjestuse üksikasjalik kirjeldus. (Kui te ei saa PASCO-le kohe helistada, ei lähe väärtuslik teave kaduma.);

- võimaluse korral hoidke seade helistamise ajal käeulatuses, et üksikuid osi oleks lihtsam kirjeldada.

Kui probleem puudutab kasutusjuhendit, märkige üles:

- osa number ja redaktsioon (esikaanele on märgitud kuu ja aasta);

- hoidke juhend küsimuste arutamiseks käepärast.

