



## Optične meritve

Namen tega poskusa je, da izmeriš optične lastnosti vzorcev z razpoložljivo opremo čim bolj natančno.

Opomba: Pod mizo sta 2 veliki plastenki vode, ki ju boš potreboval pri drugi nalogi – **ne spij te vode**.

Pri delu A uporabimo različni metodi za določanje lomnega količnika snovi, iz katere je prozorni disk. Prva metoda je običajna, medtem ko je druga originalna in omogoča pomembno večjo natančnost.

Pri delu B določaš razmerje med valovno dolžino laserske svetlobe  $\lambda$  in razdaljo  $d$  med sosednjima režama uklonske mrežice. Kot pri prvem delu je tudi v tem delu namen doseči največjo mogočo natančnost.

V delu C določaš lomni količnik snovi, iz katere je tristrana prizma. Ponovno želimo uporabiti metodo za dosego največje mogoče natančnosti.

Za izvajanje poskusov bo dvorana zatemnjena 100 minut, začenši 20 minut po začetku tekmovanja (med zatemnitvijo za razsvetljavo po potrebi uporabi namizno lučko). Ugodneje je, da meritve za del A narediš v temi, a je tudi večino teh meritev mogoče narediti v razsvetljeni dvorani.

Kot zaslon smeš uporabiti vse stene svoje sobice, prav tako je dovoljeno po potrebi kaj prilepiti na stene sobice z lepilnim trakom.

Kot vir svetlobe v tej nalogi uporabljaš diodni laser.

### Varnostna navodila, povezana z laserjem:

- **Laserski snop ti NIKOLI ne sme pasti v oči!**
- V vseh poskusih naj bo laserski snop vodoraven. Ko meriš položaj laserskega snopa na podlagi, pazi, **da bo tvoja GLAVA vedno nad laserskim snopom**.
- Nikoli ne usmeri laserskega snopa proti odprtemu delu svoje sobice.
- Vedno, kadar ne opravljaš meritev, izključi laser s stikalom na vrhu škatle.

### Seznam pripomočkov

Pripomočke od 1 do 9 uporabljaš v vseh delih naloge, medtem ko pripomočke od 10 do 12 uporabljaš za posamezne dele naloge. Med drugim imaš tudi več kosov optičnih pripomočkov. Pazi, da se ne dotikaš njihovih navpičnih površin, da ne umažeš zbrušene površine.

1. Dolgo ravnilo z dolžino 60 cm.
2. Drsnik, ki je gibljiv vzdolž ravnila.
3. Laser, pritrjen na drsnik. Laser lahko deluje na dveh višinah: nižja lega 3A za del A in višja lega 3B za dela B in C. Stikalo za vklop/izklop laserja je na slikah označeno s 3C.
4. Z bolj ali manj privitima ("zategnjenima") vijakoma 4A in 4B nadziraš vrtljivost in s tem stabilnost laserja. S kovinsko palčko 4C nastavi smer laserskega snopa. Zavrti palčko 4C za  $180^\circ$ , da nastaviš višino laserja. Ne vrtil laserja okoli osi, vzporedne laserskemu snopu, da ne spremeniš vnaprej nastavljene polarizacija laserja.
5. Kot zaslon lahko uporabiš vse stene svoje sobice. Privzemi, da so stene sobice med seboj pravokotne.
6. Lepilni trak, s katerim lahko po potrebi pripomočke prilepiš in s tem pritrdiš na mizo.
7. Merilni trak.
8. Več ravnil.
9. Namizna lučka.

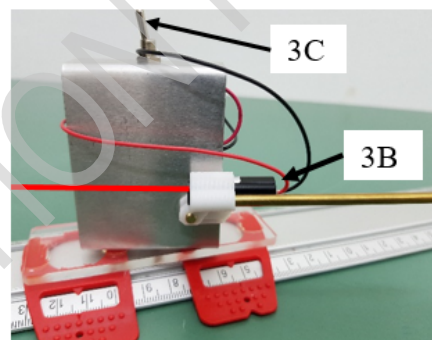
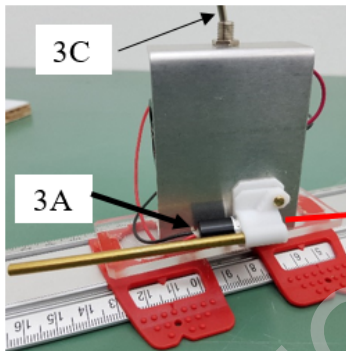
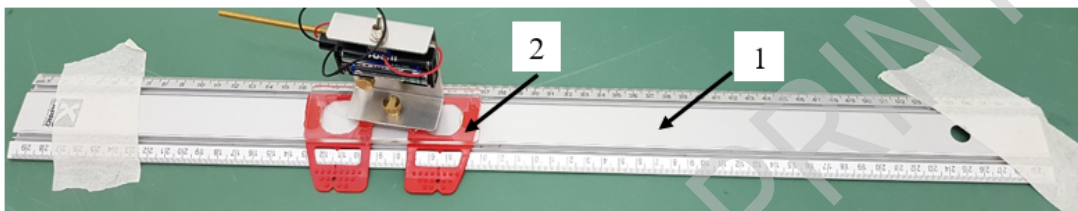
## Experiment



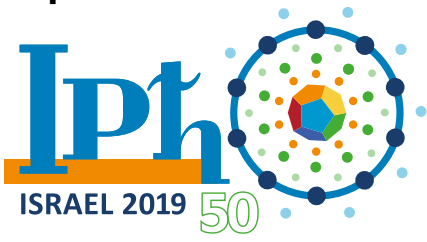
# Q1-2

slovenian only (Slovenia)

10. Ploščat prozoren disk s premerom 20.00 cm, pritrjen na kotomer, oboje skupaj prilepljeno na leseno podlago (za del A). Odstraniti moraš 4 majhne lesene kocke, pritrjene na leseno podlago.
11. Prosojen papir, ki ga lahko uporabiš kot polprepustni zaslon in ga lahko po potrebi (z roko) prisloniš na rob diska, ne da bi umazal zbrušeno površino roba diska (v delu A). Izhodno lego oziroma kot določiš bolj natančno, če si na prosojni papir narišeš navpično črto kot kaže slika.
12. Na leseno podlago (12A) pritrjen valjasti nosilec (12B), na katerega se lahko pritrži uklonsko mrežico (12C) ali tristrano prizmo (12D). Nosilec je vrtljiv okoli navpične osi.

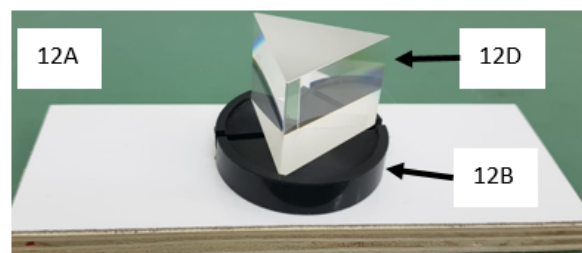
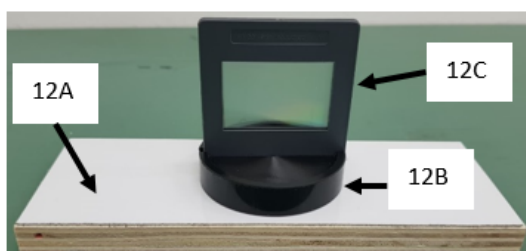
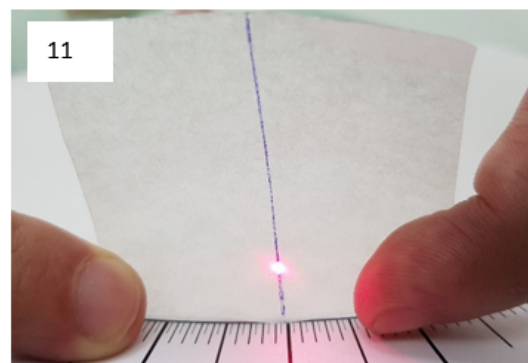
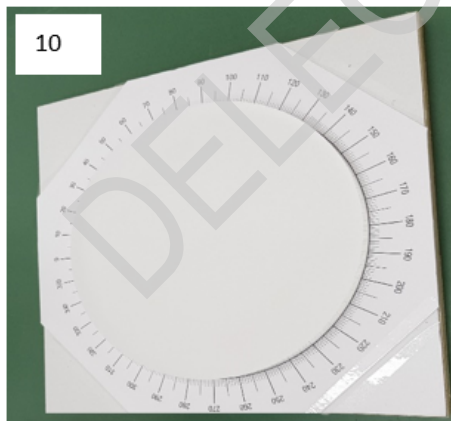
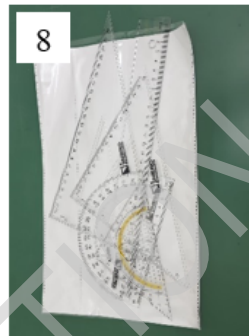
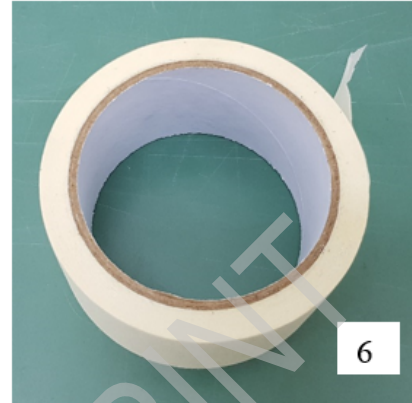
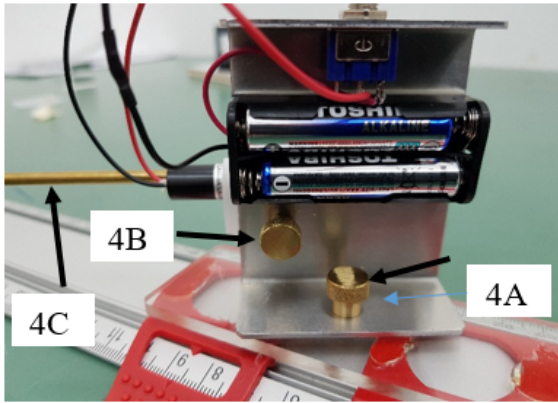


# Experiment



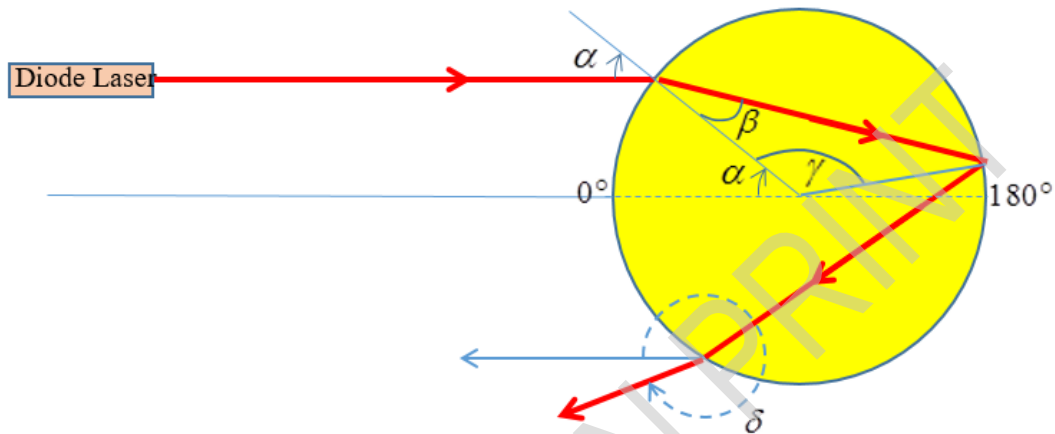
# Q1-3

slovenian only (Slovenia)



## Del A: Lomni količnik diska (5.5 točke)

V tem delu določaš lomni količnik snovi, iz katere je prozorni disk. Za to uporabiš žarek, ki ustreza snopu svetlobe, ki se odbija in lomi znotraj diska.



Skica postavitve poskusa v tlorisu.

### Definicije in uporabljene oznake:

$\alpha$	vpadni kot za prehod laserskega snopa v disk
$2\Delta\alpha$	širina intervala vpadnih kotov $\alpha$ zaradi širine laserskega snopa, to je velikost razpršenosti oziroma nedoločenost vpadnega kota
$\beta$	lomni kot znotraj diska
$\gamma$	$= 180^\circ - 2\beta$
$n$	lomni količnik snovi, iz katere je disk
$N$	število vseh "srečanj" snopa z robom diska (za snop na skici $N = 3$ )
$\delta$	kot, za katerega se med prehodom skozi disk zavrti smer izhodnega snopa glede na smer, nasprotno od smeri vpadnega snopa (glej enačbo (1), na skici je označen $\delta$ za $N = 3$ )
$2\Delta\delta$	velikost razpršenosti oziroma nedoločenost kota $\delta$

Mogoče je pokazati, da so koti  $\alpha$ ,  $\beta$  in  $\delta$  med seboj povezani kot

$$\delta = 2\alpha + (N - 1)(180^\circ - 2\beta). \quad (1)$$

To enačbo samo uporabljal in je ne izpeljaj.

Z lepilnim trakom pritrji dolgo ravnilo na mizo, da boš lahko nastavljal vpadni kot, in nastavi laser tako, da boš čim lažje meril vpadni kot. Nato pritrji leseno podlago diska na mizo tako, da z lepilnim trakom prilepiš na mizo vogale lesene podlage. Da nastaviš, da bo laserski snop vodoraven, uporabi kovinsko palčko 4C.

## Experiment



# Q1-5

slovenian only (Slovenia)

Laser lahko nastaviš na dve višini, manjša za del A in večja za dela B in C.

Laser je pritrjen na tak način, da je vpadni snop polariziran tako, da je odbojnost čim večja. **Ne spreminjaj polarizacije vpadnega snopa (ne vrtilaserja okoli osi, vzporedne laserskemu snopu)!**

<b>A.1</b>	Skiciraj eksperimentalno postavitev, na kateri bo vidno dolgo ravnilo z drsnikom, disk in žarek, ki ustreza laserskemu snopu. Označi vpadni kot $\alpha$ . Naredi meritve med kotoma $15^\circ \leq \alpha \leq 75^\circ$ in v razpredelnico 1 zapiši vrednosti $\alpha$ , $\Delta\alpha$ , $\delta$ in $\Delta\delta$ . Opomba: za določanje $\delta$ je najenostavneje izmeriti $\delta/2$ neposredno na disku.	1.0pt
<b>A.2</b>	Uporabi meritve iz A.1, da narišeš ustrezen graf, iz katerega določiš lomni količnik $n$ in napako $\Delta n$ . Če moraš pred risanjem izračunati dodatno še kakšne količine, jih vpiši v prazne stolpce razpredelnice 1. Določi $n$ in $\Delta n$ .	1.0pt
<b>A.3</b>	Za meritve iz A.1 nariši graf odvisnosti $\delta$ od $\alpha$ . Z navpično in vodoravno črtico za vsako točko označi nedoločenost $\Delta\delta$ in $\Delta\alpha$ . Naredi dodatne meritve, da čim bolj natančno določiš minimalno vrednost $\delta$ in ustrezni $\alpha$ . Vrednosti označi kot $\delta_{\min}$ in $\alpha_{\min}$ . Da dosežeš čim večjo natančnost pri določanju točke minimuma, uporabi stene sobice kot zaslon za izhodni snop svetlobe.	0.5pt

### Druga metoda za določanje lomnega količnika

V tem delu naloge iščeš in razvijaš alternativno metodo, ki omogoča zelo natančen rezultat. Čeprav moraš meriti s čim večjo možno natančnostjo, **ti ni treba oceniti napake**. Kljub temu moraš zapisati celotno izpeljavo, ki vodi do tvojega rezultata. Vse račune zapiši na list za odgovore.

<b>A.4</b>	Na osnovi oblike grafa iz A.3 določi optimalni vpadni kot za meritve, ki vodijo do lomnega količnika snovi, iz katere je disk. Zapiši enačbo, iz katere bi z metodo, ki si jo razvil, dobil vrednost lomnega količnika.	0.7pt
<b>A.5</b>	Za metodo, razvito v A.4, in za $N = 3$ naredi potrebne meritve za določitev lomnega količnika z veliko natančnostjo. <ul style="list-style-type: none"><li>• Skiciraj postavitev diska in žarka, ki ustreza snopu laserske svetlobe. Na skici označi količine, ki si jih izmeril.</li><li>• Pregledno zapiši opravljene meritve.</li><li>• Analiziraj meritve in izračunaj lomni količnik <math>n</math> snovi, iz katere je disk, čim bolj natančno. Po potrebi lahko uporabiš dodatne milimetre papirje.</li></ul>	0.8pt

- A.6** Ponovi postopek iz A.5 za  $N = 4$  in  $N = 5$  (skice ni potrebno risati). 1.5pt
- Pregledno zapiši opravljene meritve za  $N = 4$ .
  - Analiziraj meritve za  $N = 4$  in iz teh meritev izračunaj lomni količnik  $n$  snovi, iz katere je disk, čim bolj natančno.
  - Pregledno zapiši opravljene meritve za  $N = 5$ .
  - Analiziraj meritve za  $N = 5$  in iz teh meritev izračunaj lomni količnik  $n$  snovi, iz katere je disk, čim bolj natančno.
  - Iz rezultatov za  $n$ , ki si jih dobil za  $N = 3$ ,  $N = 4$  in  $N = 5$ , izračunaj povprečno vrednost lomnega količnika  $\langle n \rangle$ .

### Del B: Parametri uklonske mrežice (2.5 točke)

V tem delu ocena napake izračunanih vrednosti ni potrebna.

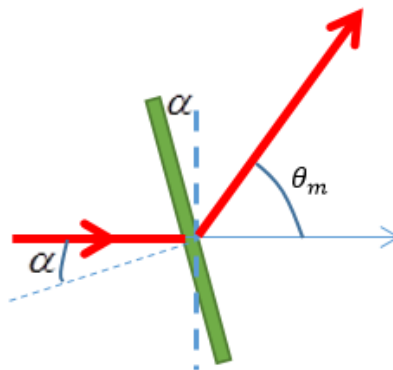
V tem delu iščemo razmerje  $\lambda/d$ , kjer sta  $\lambda$  valovna dolžina laserske svetlobe in  $d$  konstanta uklonske mrežice (to je razdalja med sosednjima režama).

Ko laserski snop vpada na uklonsko mrežico pod poljubnim kotom, je kot  $\theta_m$  med vpadnim snopom in snopom v smeri maksimuma reda  $m$  podan kot

$$d \cdot (\sin \alpha + \sin(\theta_m - \alpha)) = m\lambda \quad (2)$$

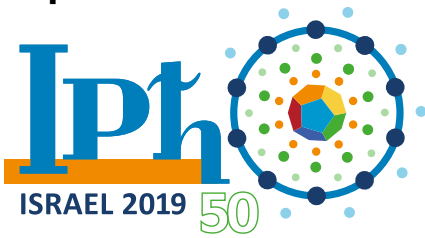
kjer so

$m$	red ojačitve
$\alpha$	vpadni kot vpadnega snopa glede na uklonsko mrežico
$\theta_m$	kot med vpadnim snopom in snopom v smeri maksimuma reda $m$
$d$	konstanta uklonske mrežice – razdalja med sosednjima režama mrežice



Z višjimi redi maksimumov lahko dosežemo večji razmik med maksimumi za različne valovne dolžine. Zato natančna meritev pri višjem redu maksimuma zmanjša relativno napako vrednosti  $\lambda/d$ .

## Experiment



# Q1-7

slovenian only (Slovenia)

Popusti vijak 4B in spremeni višino laserja (iz manjše na večjo višino), tako da zavrtiš laser za  $180^\circ$  okoli vodoravne osi, pravokotne na laserski snop, v stanje, označeno na sliki potrebščin s 3B. Med obračanjem previdno ravnaj z žicami. S tem dejanjem si laser pripravil za dela B in C. Uporabi kovinsko palčko 4C za fino nastavitve laserskega snopa, da bo vodoraven in bo svetil na primerni višini za meritve z uklonsko mrežico. Nastavi laserski snop, da bo pravokoten na zaslon. Postavi uklonsko mrežico v režo na nosilcu 12B. Orientacija uklonske mrežice je označena z nalepko na okvirčku mrežice. Mrežico obrni tako, da bo nalepka obrnjena proti laserju in bo na zgornjem robu okvirčka. Vsaka uklonska mrežica ima identifikacijsko številko, ki je napisana na nalepki. **Napiši to številko v ustrezni okvirček na listu za odgovore.**

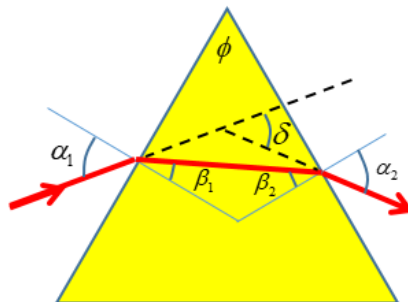
Skozi celotni del B poskusi uporabljati idejo, podobno tisti v drugi polovici dela A.

- |            |  |       |
|------------|--|-------|
| <b>B.1</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>Na list za odgovore skiciraj eksperimentalno postavitve. Na sliki označi laser, uklonsko mrežico, žarek, ki ustreza snopu laserske svetlobe, lasersko piko na na zaslonu in količine, ki si jih meril.</li><li>Naredi meritve za <math>m = 1</math>. Zapiši izmerjene vrednosti. Določi razmerje <math>\lambda/d</math>.</li><li>Naredi meritve za <math>m = 2</math>. Zapiši izmerjene vrednosti. Določi razmerje <math>\lambda/d</math>.</li></ul> | 0.7pt |
|------------|--|-------|

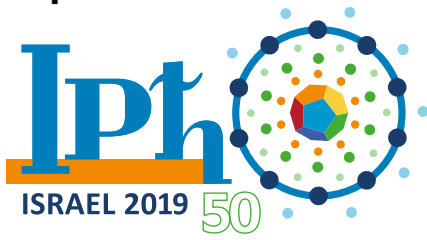
- |            |  |       |
|------------|--|-------|
| <b>B.2</b> | Določi razmerje $\lambda/d$ iz višjih redov ojačitev ( $m > 2$ ). <ul style="list-style-type: none"><li>Na list za odgovore skiciraj eksperimentalno postavitve za <math>m = 3</math> in za <math>m = 4</math>. Na sliki označi laser, uklonsko mrežico, žarek, ki ustreza snopu laserske svetlobe, lasersko piko na na zaslonu in količine, ki si jih meril.</li><li>Naredi meritve za <math>m = 3</math> in <math>m = 4</math>. Zapiši izmerjene vrednosti. Za vsak <math>m</math> določi razmerje <math>\lambda/d</math>.</li></ul> | 1.8pt |
|------------|--|-------|

### Del C: Lomni količnik tristrane prizme (2.0 točki)

Na voljo imaš približno enakostranično tristrano prizmo. Tri stranske ploskve prizme so gladko zbrušene. Koti med stranskimi ploskvami prizme lahko odstopajo od  $60^\circ$ , a ne za več kot  $0.7^\circ$ . Kotov med ploskvami prizme ti ni treba meriti. Namen dela C je izmeriti lomni količnik snovi, iz katere je prizma. Da bi zmanjšali nedoločenoost dobljenega lomnega količnika, je mogoče z uporabo približkov za majhne kote ( $\sin x \approx x$ ,  $\cos x \approx 1$ , kadar kot  $x$  izražamo v radianih) narediti popravke računov za majhna odstopanja kotov med ploskvami prizme. V delu C **moraš izračunati tudi nedoločenoost rezultata**. Slika kaže primer žarka (snopa), ki vpadna na eno stransko ploskev prizme in izstopa skozi sosednjo ploskev.



Postavi dolgo ravnilo z drsnikom na primerno mesto na mizo, da bo lega omogočala čim večjo natančnost meritev.



Postavi prizmo na ustrezno mesto na nosilec 12B.

**C.1** V primeru simetričnega prehoda, ko velja  $\alpha_1 = \alpha_2$ , za enakostranično prizmo velja:  $n = 2\sin(\delta_{\text{sym}}/2 + 30^\circ)$ . 0.4pt

- Poišči in razvij metodo, ki omogoča najbolj natančno določanje lomnega količnika snovi, iz katere je prizma.
- Na list za odgovore zapiši izraze in enačbe, ki si jih uporabil za določanje lomnega količnika.

**C.2** 1.6pt

- Na list za odgovore napiši količine, ki si jih meril, in tudi izmerjene vrednosti teh količin.
- Izračunaj lomni količnik snovi, iz katere je prizma, in nedoločenost izračunane vrednosti.

DELEGATION PRINT