



## Fizikalni praktikum III

### Poročilo

# Vaja: Michelsonov interferometer

Simon Bukovšek

Datum vaje: 22. november 2022

Datum oddaje poročila: 29. november 2022

## 1 Teoretični uvod

Michelsonov interferometer je fizikalna priprava sestavljena iz polprepustnega stekla in dveh zrcal. Z njim se lahko zelo natančno meri razdalje. Namreč, ko se žarka združita, je njuna fazna razlika ravno

$$\Delta\Phi = k(l_1 - l_2),$$

kjer sta  $l_1$  in  $l_2$  razdalji od polprepustnega stekla do obeh zrcal in  $k$  valovni vektor svetlobe. Intenziteta, ki jo na koncu opazimo je

$$I_z = \frac{I_0}{2}(1 + \cos \Delta\Phi),$$

kjer je  $I_0$  intenziteta vpadnega snopa. Če premikamo samo eno zrcalo, lahko s štetjem premika kolobarjev na interferenčni sliki izračunamo premik zrcala – vsak kolobar je enak premiku za pol valovne dolžine.

## 2 Pripomočki

- Michelsonov interferometer.
- He-Ne laser, Hg svetilka, volframska žarnica in Na svetilka.
- Zračna komora z manometrom in mlečno steklo.

## 3 Meritve

Najprej smo s štetjem kolobarjev izmerili, kakšno je delilno razmerje premičnega mehanizma za eno od zrcal. Nato smo s podobno metodo izmerili lomni količnik zraka v odvisnosti od tlaka. S pomočjo Hg in volframove svetilke smo določili ekvidistantno lego interferometra in izmerili koherentno dolžino bele svetlobe iz volframove žarnice. Nazadnje smo izmerili še valovni dolžini natrijevega dubleta.

## 4 Izmerjeni podatki

Najprej smo premikali zrcalo in šteli proge. Vsakič smo prešteli  $N = 10$  proge. Rezultati so podani v spodnji tabeli.

meritev	1	2	3	4	5
premik [mm] ( $\pm 0,005$ mm)	0,155	0,140	0,160	0,145	0,150

Na pot enega kraka laserskega žarka smo postavili komoro z zrakom. Proge smo začeli šteti pri treh barjih nad zunanjim tlakom. Koliko kolobarjev smo prešteli do določeeega tlaka prikazuje naslednja tabela.

tlak [bar] ( $\pm 0,1$ bar)	število prog		
3,0	0	0	0
2,5	26	24	25
2,0	51	50	50
1,5	77	74	74
1,0	101	100	100
0,5	129	126	126
0,0	148	144	146

Ekvidistančno lego smo našli na  $l_0 = (6,65 \pm 0,01)$  mm. Nato smo prešteli v v koliko kolobarjih pade kontrast volframove svetilke na polovico. Ocena je izjemno groba, v eno smer je bilo približni  $N_1 = 16 \pm 2$ , v drugo pa okoli  $N_2 = 14 \pm 2$ .

Pri zadnjem delu smo spet šteli proge, tokrat z namenom, da ugotovimo valovno dolžino. Za  $N = 100 \pm 4$  proge smo dobili naslednje izmerke.

meritev	1	2	3	4
premik [mm] ( $\pm 0,005$ mm)	0,150	0,140	0,150	0,155

Gledali smo tudi, na katerih oddaljenostih se pojavijo zbleditve. Te prikazuje naslednja tabela.

zbleditev	1	2	3	4	5
položaj [mm] ( $\pm 0,1$ mm)	7,4	8,8	10,4	11,8	13,3

## 5 Analiza podatkov

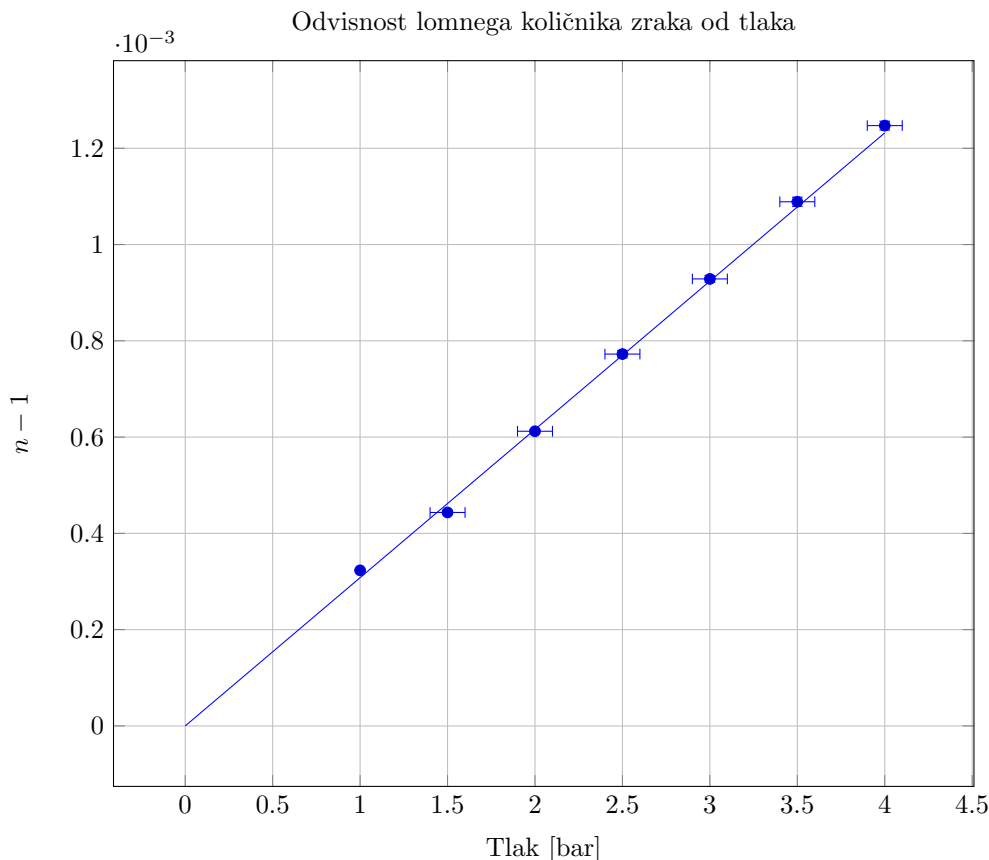
Povprečen premik na premičnem mehanizmu je znašal  $\bar{l} = (0,150 \pm 0,003)$  mm. Valovna dolžina svetlobe je bila  $\lambda = (632,8 \pm 0,1)$  nm in število kolobarjev je bilo  $N = 100$ . Dobimo, da je razmerje na premičnem mehanizmu enako:

$$\eta = \frac{\bar{l}}{N\lambda/2} = 4,74 \pm 0,10.$$

Naslednja meritev je izračun lomnega količnika v odvisnosti od tlaka. Izmerili smo razliko kolobarjev, razliko v lomnih količnikih pa smo dobili po formuli

$$\Delta n = \frac{N\lambda}{2d},$$

kjer je  $d = (50 \pm 1)$  mm dolžina komore. Rezultati so prikazani na naslednjem grafu.



Naklon premice je enak  $k = (3,08 \pm 0,10) \cdot 10^{-4} \text{ bar}^{-1}$ . Če ekstrapoliramo do 1000 bar dobimo lomni količnik  $n = 1,31 \pm 0,01$ , kar je primerljivo z vodo.

Koherenčno dolžino bele volframove žarnice dobimo tako, da izmeimo število kolobarjev izven ekvidistančne lege, ko pade kontrast na polovico, in pomnožimo s povprečno valovno dolžino  $\bar{\lambda} = 550 \text{ nm}$ . Izmerjeno število kolobarjev je bilo  $m = 15 \pm 2$ , torej je koherenčna dolžina približno enaka

$$d_k = m\bar{\lambda} = (8,3 \pm 1,0) \mu\text{m}.$$

Izračunajmo valovno dolžino natrijevega dubleta. Povprečen premik na premičnem mehanizmu je kazal  $\Delta l_m = (0,149 \pm 0,003) \text{ mm}$ . Dejanski premik na zrcalu je bil  $\Delta l_z = \Delta l_m / \eta = (29,8 \pm 0,6) \mu\text{m}$ . Valovna dolžina dubleta je tako

$$\lambda = \frac{2\Delta l_z}{N} = (596 \pm 12) \text{ nm}.$$

Ocenimo razdaljo med zableditvami: na razdalji  $\Delta d = (5,9 \pm 0,2) \text{ mm}$  smo opazili štiri zableditve. Od tod sledi, da je razdalja med zaporednima zableditvama enaka  $d_2 = (1,48 \pm 0,05) \text{ mm}$ . Razlika valovnih dolžin v dubletu je

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2\eta}{2d_2} = (0,600 \pm 0,046) \text{ nm}.$$