



Fizikalni praktikum IV

Poročilo

Vaja: Uklon svetlobe

Simon Bukovšek

Datum vaje: 27. marec 2023
Datum oddaje poročila: 3. april 2023

1 Teoretični uvod

Svetloba se na robu ukloni. Če jo pošljemo skozi N rež z debelino D in na razmiku d dobimo odvisnost svetlobnega toka od kota kot

$$I(\theta) = I_0 \left(\frac{\sin(\pi D \sin(\theta)/\lambda)}{\pi D \sin(\theta)/\lambda} \frac{\sin(N\pi d \sin(\theta)/\lambda)}{\sin(\pi d \sin(\theta)/\lambda)} \right)^2,$$

kjer je λ valovna dolžina svetlobe. Pri majhnih kotih θ lahko sinus aproksimiramo kar s θ , kot pa z $\theta = x/s$, kjer je x oddaljenost od središčne lege na zaslonu, s pa razdalja od reže do zaslona. Na okrogli odprtini dobimo kolobarjast vzorec (Fresnelove cone). V tem primeru velja, da se minimum ali maksimum pojavi pri pogoju

$$\frac{2\pi R_n^2}{4\lambda\zeta} = \frac{n\pi}{2},$$

kjer so R_n polmeri Fresnelovih con.

2 Pripomočki

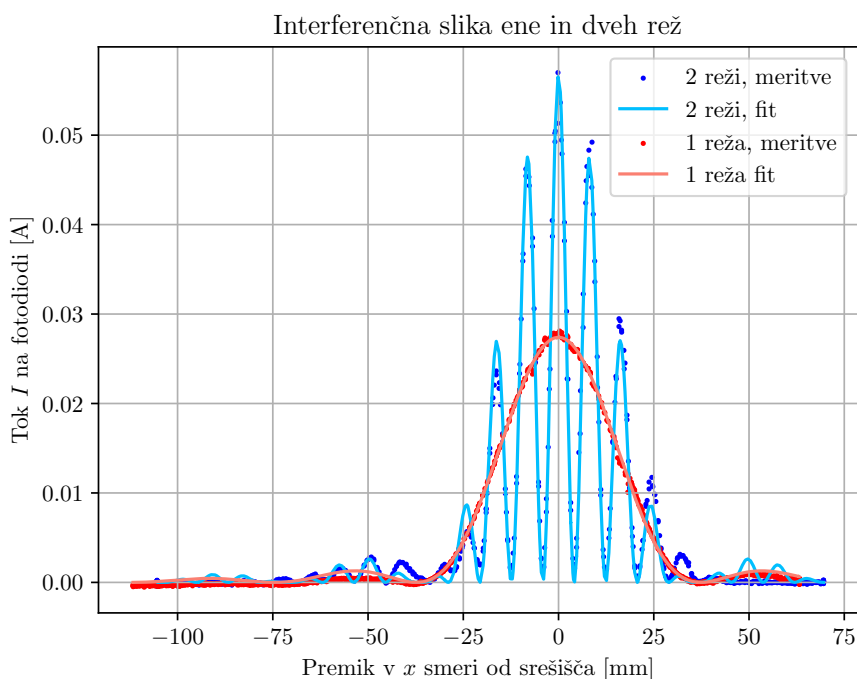
- HeNe laser z valovno dolžino 633 nm, nosilna plošča za laser in translator za zaslone,
- par prizem v nosilcu za razširitev žarka,
- zasloni z odprtinami, leča z nosilcem, ravno ogledalo z nosilcem,
- x translator z montiranim fotodetektorjem in pretvornik signalov,
- prenosnik št. 2 s programom UklSve napisan v LabView.

3 Meritve

Najprej smo merili interferenčni vzorec uklona laserja na eni, dveh, treh in petih režah na zaslonu s pomočjo premične fotodiode. Nato smo opazovali Fresnelove cone na uklonski sliki okrogle odprtine in merili notranje minimume in maksimume v odvisnosti od oddaljenosti odprtine od goriščne ravnine leče, s katero smo usmerjali svetlobo.

4 Izmerjeni podatki in analiza

Izmerili smo odvisnost moči svetlobe od kota pri uklonu na eni, dveh, treh in petih režah. Meritve so prikazane na spodnjih treh grafih. Teoretični funkciji smo določili regresijske parametre, tako da so se najbolj ujemale s podatki. Parametri so podani v spodnji tabeli. Razdalja med laserjem in steno je bila $s = (185 \pm 1)$ cm.



n	I_0 [A]	a [mm^{-1}]	x_0 [mm]	b [mm^{-1}]
1	0.028096	$2.68 \cdot 10^{-2}$	111.6	
2	0.056991	$2.79 \cdot 10^{-2}$	105.4	0.380
3	0.109176	$2.53 \cdot 10^{-2}$	104.2	0.383
5	0.144351	$2.66 \cdot 10^{-2}$	121.3	0.395
avg		$(2.66 \pm 0.05) \cdot 10^{-2}$		0.386 ± 0.004

Teoretična funkcija je bila

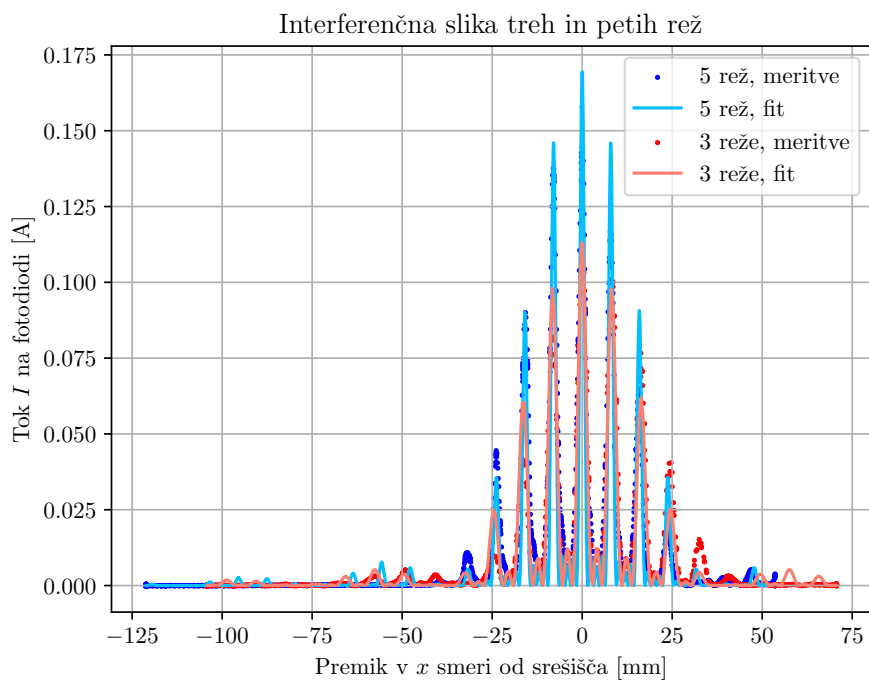
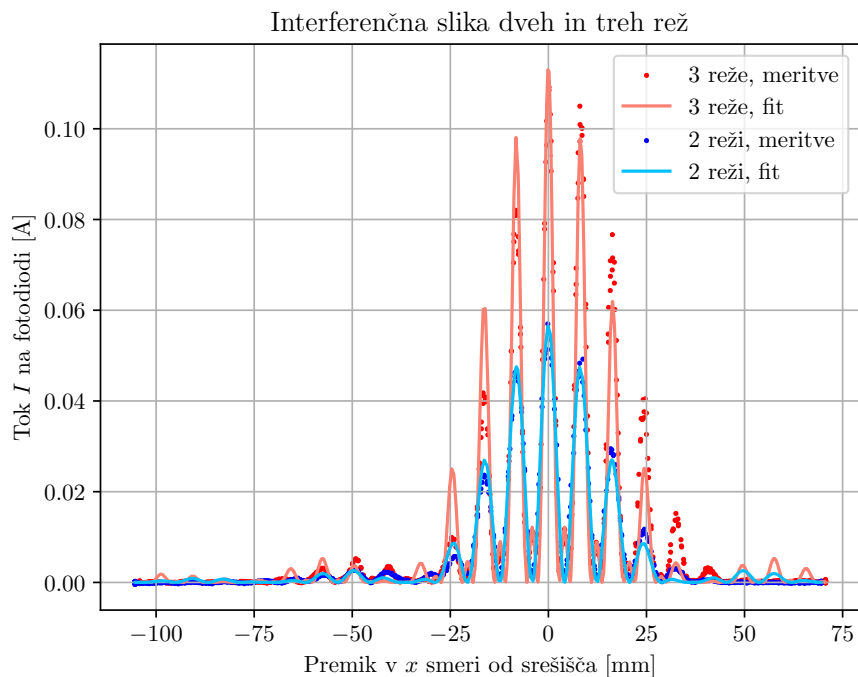
$$I(x) = I_0 \text{sinc}^2(\pi a x) \frac{\sin^2(N b x)}{\sin^2(b x)}.$$

Sledi

$$D = a \lambda s = (31.1 \pm 0.6) \mu\text{m}.$$

in

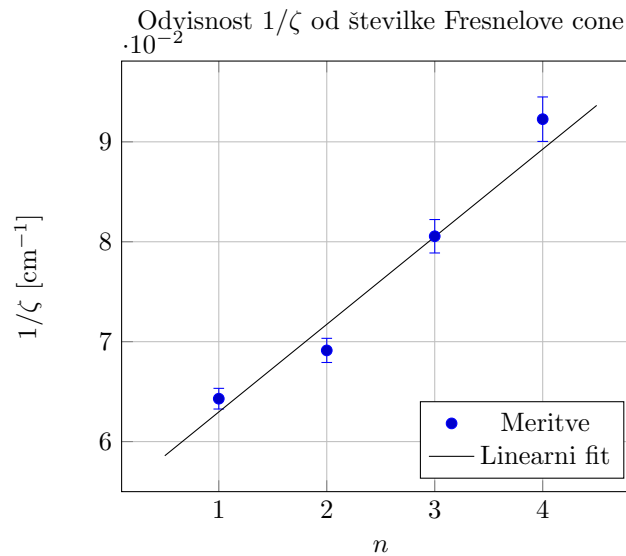
$$d = b \lambda s / \pi = (144 \pm 2) \mu\text{m}.$$



V drugem delu smo merili maksimume in minimume v središču uklonske slike na okrogli odprtini. Pri ničti poziciji je bila razdalja med laserjem in odprtino enaka $d_0 = (20.5 \pm 0.1)$ cm, med odprtino in sliko pa $d_1 = (179.3 \pm 0.3)$ cm. Na merilu je kazalo $x_0 = (19.2 \pm 0.1)$ cm. Minimumi in maksimumi so bili izmerjeni na naslednjih premikih (zraven so podane še preračunane razdalja od gorišča leče do odprtine z_p in razdalja od odprtine do slike z_o ter preračunan faktor $1/\zeta = 1/z_p + 1/z_o$):

Na spodnjem grafu je prikazana odvisnost parametra $1/\zeta$ od številke Fresnelove cone (n). Parametra

tip	x [cm] (± 0.2 cm)	z_p [cm] (± 0.3 cm)	z_o [cm] (± 0.2 cm)	$1/\zeta$ [cm^{-1}]
max	15.7	17.0	182.8	0.064 ± 0.001
min	14.4	15.7	184.1	0.069 ± 0.001
max	12.0	13.3	186.5	0.080 ± 0.002
min	10.2	11.5	188.3	0.092 ± 0.002



linearne premice $y = kx + a$ sta:

$$k = (8.8 \pm 0.7) \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}, \quad a = (0.05 \pm 0.01) \text{ cm}^{-1}.$$

Iz tega izračunamo, da je $n_0 = -a/k \approx -6$. Velikost odprtine pa izračunamo kot:

$$D = 2\sqrt{\frac{\lambda}{k}} = (1.7 \pm 0.1) \text{ mm}.$$