

Uklon Svetlobe

Samo Krejan

april 2025

1 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 θ :

$$I(\theta) = I_0 \left(\frac{\sin(\pi D \sin(\theta)/\lambda)}{\pi D \sin(\theta)/\lambda} \frac{\sin(N\pi d \sin(\theta)/\lambda)}{\sin(\pi d \sin(\theta)/\lambda)} \right)^2 \quad (1)$$

kjer je λ valovna dolžina svetlobe. Pri majhnih kotih lahko aproksimiramo $\sin(\theta) = \theta$, kot pa kot $\theta = x/s$, kjer je x oddaljenost od središčne lege, s pa razdalja od reže do zaslona. Na okrogli odprtini dobimo kolobarjast vzorec (Fresnelove cone). V temu primeru velja, da se minimum ali maksimum pojavi pri pogoju 2:

$$\frac{2\pi R_n^2}{4\lambda\zeta} = \frac{n\pi}{2} \quad (2)$$

kjer so R_n polmeri fernelovih con.

2 Potrebščine

- HeNe laser z valovno dolžino 633 nm, nosilna plošča za laser in translator za zaslone,
- par prizem v nosilcu za razširitev žarka,
- zaslone z odprtinami, leča z nosilcem, ravno ogledalo z nosilcem,
- x translator z montiranim fotodetektorjem in pretvornikom signalov,
- prenosnik z ustrezno programsko opremo.

3 Naloga

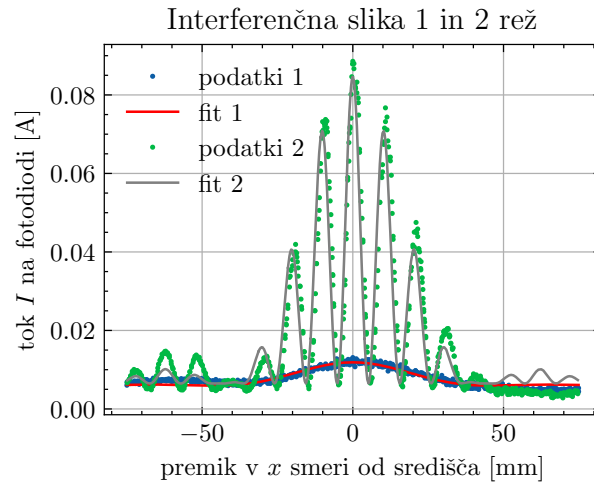
- Izmeri uklonsko sliko svetlobe za zaslone z režami. Uporabi zaslone z 1, 2, 3, 5 in 10 režami. Določi relativneintenzitete uklonskih slik. Določi širino rež D in razdalje med njimi d .
- Opazuj uklon na okrogli odprtini. Določi premer odprtine $2R$.

4 Rezultati in analiza

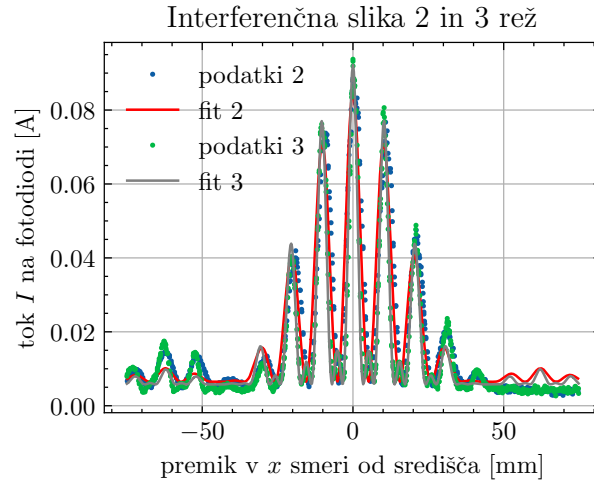
Izmerili smo odvisnost moči svetlobe od premika x pri uklonu na 1, 2, 3, 5, 10 režah. Meritve smo prikazali na grafih 1, 2, 3, 4 Podatke smo 'pofittali' s teoretičnim modelom 3:

$$I = I_0 \left[\text{sinc}(ax) N \frac{\text{sinc}(Nbx)}{\text{sinc}(bx)} \right]^2 \quad (3)$$

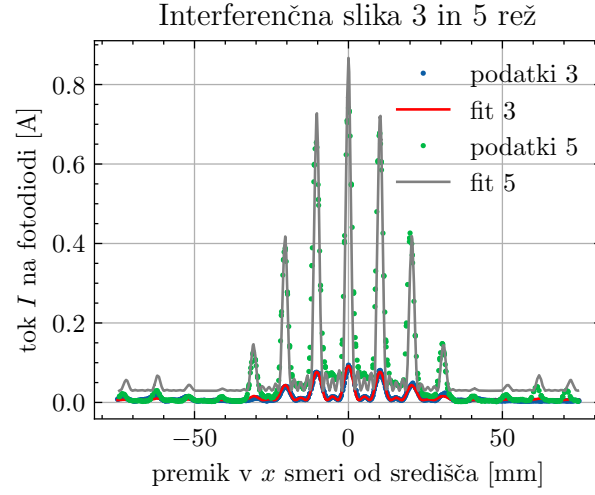
in dobljene parametre napisali v tabelo 1.



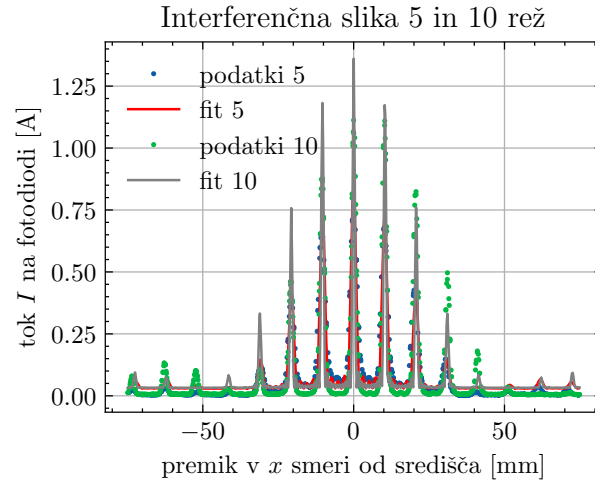
Slika 1: Uklonska slika na eni in dveh režah



Slika 2: Uklonska slika na dveh in treh režah



Slika 3: Uklonska slika na treh in petih režah



Slika 4: Uklonska slika na petih in desetih režah

n	I_0	a	b
1	0.006	0.022	0.097
2	0.020	0.023	0.096
3	0.01	0.023	0.097
5	0.034	0.023	0.097
10	0.013	0.020	0.097
average	/	0.022 ± 0.002	0.097 ± 0.001

Tabela 1: Parametri fita

Parametra a in b sta povezana z debelino rež in razdaljo med njimi, tako da sedaj lahko določimo ta dva podatka:

$$D = a\lambda s = (31.1 \pm 0.6)\mu m$$

$$d = b\lambda s = (144 \pm 2)\mu m$$

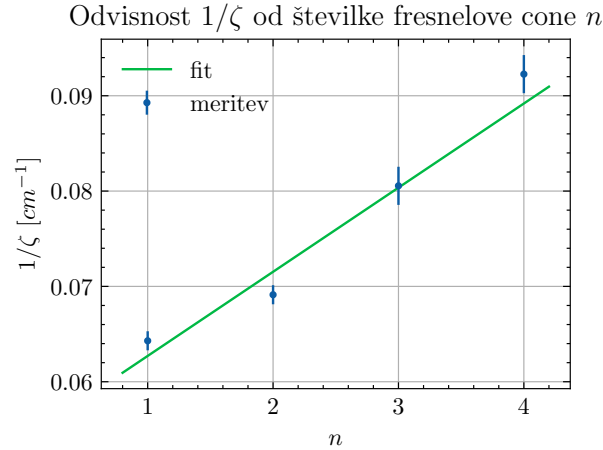
Na žalost nam ni uspelo primerjati relativnih intenzitet smiselno, razlog za kar mislim, da je dejstvo, da smo morali laser komstantno nekoliko premikati, da je slika ostala vodoravna, tako da posledično delež intenzitete, ki ga je dioda zaznala ni bil konstanten. V teoriji bi morala biti relativna intenziteta sorazmerna s kvadratom števila rež.

V drugem delu naloge smo merili debelino okrogle odprtine, tako da smo opazovali interferenčno sliko, ki so jo zaznamovale Fresnelove cone. Merili smo pri katerih odmikih reže smo opazovali minimume in kje maksimume. Najprej smo morali izmeriti ničto razdaljo med laserjem in režo $d_o = (20.5 \pm 0.1) \text{ cm}$, med odprtino in sliko pa $d_1 = (179.3 \pm 0.3) \text{ cm}$. Na merilu na tej točki izmerimo $x_0 = (19.2 \pm 0.1) \text{ cm}$. Minimume in maksimume predstavimo v tabeli 2 skupaj s preračunanimi vrednostmi z_p ; razdalja od gorišča leče do odprtine in z_o ; razdalja od odprtine do slike ter $1/\zeta = 1/z_o + 1/z_p$.

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

Tabela 2: Tabela minimumov in maksimumov

Za tem lahko grafiramo odvisnost $1/\zeta$ od indeksa Fresnelove cone. To odvisnost prikažemo na grafu 5:



Slika 5: odvisnost $1/\zeta$ od indeksa Fresnelove cone

Na istem grafu je narisani tudi najboljši linearen fit premice $y = ax + b$; kjer sta izmerjena parametra:

$$a = (9 \pm 1)10^{-3} \text{ cm}^{-1}, b = (0.05 \pm 0.01) \text{ cm}^{-1}$$

Iz tega izračunamo $n_0 = b/a \approx 6$ in pomembneje:

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