

14 Uklon svetlobe

NALOGA

Iz meritve uklonske slike svetlobe na reži določi širino reže.

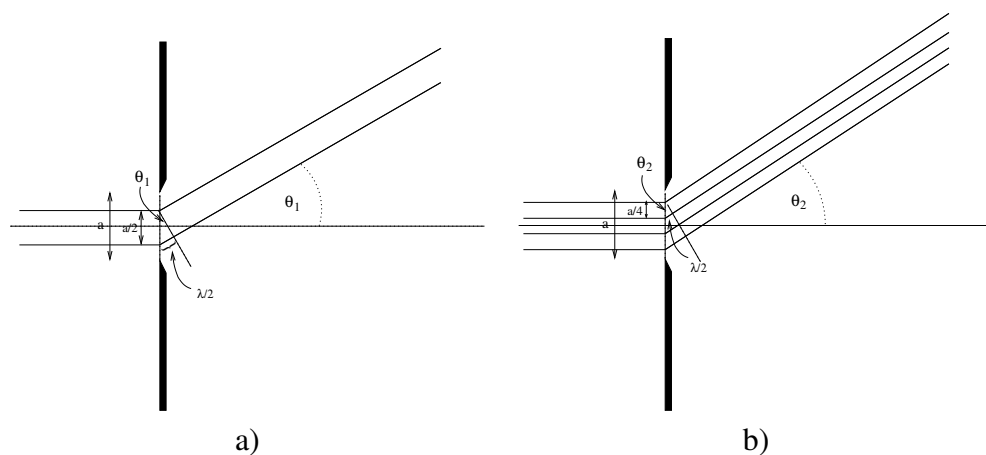
RAZLAGA

Pri uklonu svetlobe na reži dobimo interferenčno sliko. Do ojačitev in oslabitev pride pod koti, za katere so izpolnjeni določeni pogoji.

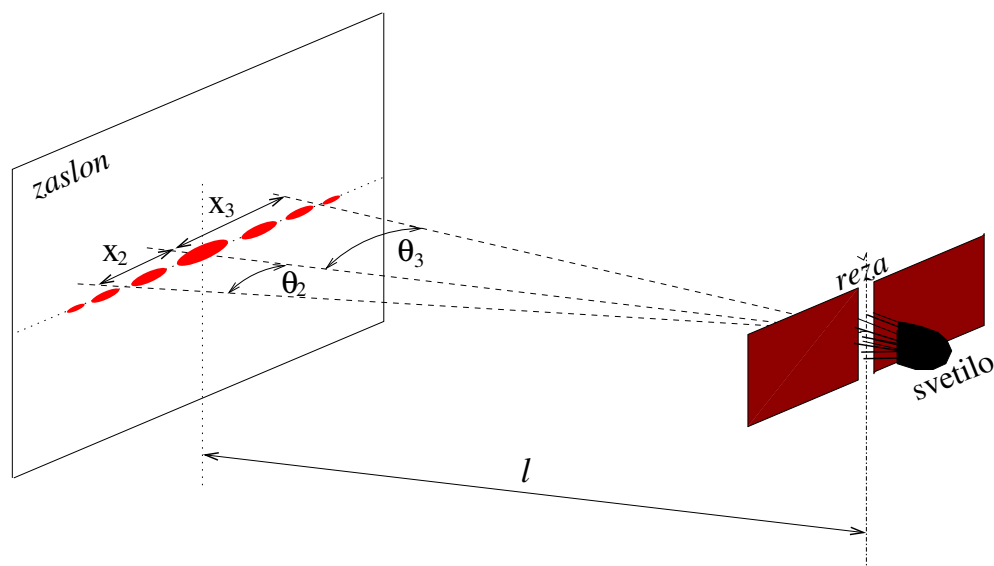
Poglejmo najprej, kako izgleda pogoj za prvo oslabitev. Curek svetlobe skozi režo si mislimo razdeljen v dve delni valovanji, katerih sredini sta razmaknjeni za $a/2$, če je a širina reže (glej sliko 14.1 a). Na simetrijski ravnini reže med obema valovanjema ni razlike poti, zato je tam valovanje ojačeno ($\theta = 0$). Prva oslabitev nastopi pri kotu θ_1 , pri katerem je razlika poti med sredino prvega in drugega nadomestnega valovanja $\lambda/2$. Tako za prvo oslabitev dobimo naslednji pogoj:

$$\frac{a}{2} \sin \theta_1 = \frac{\lambda}{2} \quad \Rightarrow \quad a \sin \theta_1 = \lambda. \quad (14.1)$$

Pri izpeljavi pogoja za drugo oslabitev ravnamo podobno, le da si curek svetlobe skozi režo tokrat mislimo razdeljen v štiri delna valovanja (glej sliko 14.1 b), med katerimi je razlika poti $\lambda/2$. Sedaj se oslabita delni valovanji v zgornji polovici



Slika 14.1: Uklon valovanja na reži; na sliki a) so razmere pri prvi oslabitvi ($n = 1$), na sliki b) pa pri drugi ($n = 2$). Isti pogoji za oslabitve so izpolnjeni tudi pri negativnih kotih θ , ki ležijo na drugi strani simetrijske ravnine reže.



Slika 14.2: Uklon curka laserske svetlobe na navpični reži. Uklonsko sliko, ki nastane v vodoravni ravnini, opazujemo na zaslonu. Ojačitve in oslabitve ležijo simetrično glede na simetrijsko ravnino reže: na sliki sta označeni razdalja med centralno ojačitvijo in drugo oslabitvijo na levi (x_2) ter razdalja med sredino in tretjo oslabitvijo na desni (x_3).

reže in delni valovanji v spodnji polovici reže. Pogoj za oslabitev je tokrat:

$$\frac{a}{4} \sin \theta_2 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow a \sin \theta_2 = 2\lambda. \quad (14.2)$$

Naslednje pogoje za oslabitve dobimo tako, da razmislek ponovimo za poljubno sodo število pasov, ki jih lahko razdelimo v pare, med katerimi je razlika poti enaka $\lambda/2$. Splošni pogoj za oslabitve pri uklonu na eni reži potem izgleda kot:

$$a \sin \theta_n = n\lambda, \quad (14.3)$$

kjer je $n = 1, 2, \dots$ zaporedno število minimuma. Seveda pogoju za oslabitev zadoščajo tudi koti na drugi strani simetrijske ravnine reže, tako da dobimo simetrično uklonsko sliko (glej sliko 14.2).

Zgornjo enačbo (14.3) lahko poenostavimo, če so koti, pod katerimi pride do oslabitev, majhni:

$$a \sin \theta_n \approx a \theta_n \approx a \operatorname{tg} \theta_n = a \frac{x_n}{l}, \quad (14.4)$$

saj lahko potem širino reže

$$a = \frac{n\lambda l}{x_n} \quad (14.5)$$

izračunamo iz razdalj x_n , ki jih na zaslonu, oddaljenem za razdaljo l , izmerimo kot razliko med centralno ojačitvijo in n -to zaporedno oslabitvijo.

NAVODILO

V zaboju sta na vodilo pritrjena dva nosilca. Na prvem je laserska dioda z navpično režo, na drugem nosilcu, ki je premičen v prečni ravnini, pa je pritrjena fotodioda. Laserska dioda ustvari curek rdeče laserske svetlobe z valovno dolžino $\lambda = 670$ nm, fotodioda pa je detektor svetlobe, ki ga uporabljamo za opazovanje uklonske slike. Prečna ravnina, v kateri lahko premikamo fotodiodo, tako deluje kot zaslon.

Na zunanji strani škatle vključi stikalo za izvor napetosti in priključi multimeter. Uklonsko sliko si najprej oglej na listu papirja, ki ga postaviš pred fotodiodo, in videno primerjaj s sliko 14.2. Nosilec s fotodiodo nato s sukanjem vijaka premakni v skrajno prečno lego, ki je označena s črtico. Z vrtenjem vijaka premikaj fotodiodo po korakih vse do druge skrajne lege in odčitavaj napetost na detektorju. Koraki naj bodo dolgi 0,5 mm, kar ustreza polovici obrata vijaka. Celotni premik v prečni smeri naj bo okoli 3 cm.

Izmerjene vrednosti prikaži na sliki, narisani s katerim od računalniških programov. S slike določi lege posameznih oslabitev, nato pa za vsako posebej iz zveze (14.5) izračunaj širino reže. Vse rezultate združi v povprečno vrednost in oceni njeno slučajno napako.

OPOZORILO

Ob koncu vaje ne pozabi izklopiti napetosti na laserski diodi!