

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 24 (1996/1997)

Številka 4

Strani 216-217, XVI

Zoran Arsov:

PROJICIRANJE SONČEVEGA MRKA

Ključne besede: fizika, optika, camera obscura.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/24/1301-Arsov.pdf>

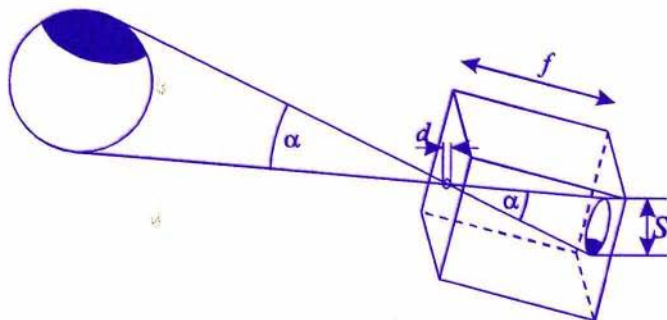
© 1997 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

PROJICIRANJE SONČEVEGA MRKA

Ob delnem Sončevem mrku v oktobru je marsikdo iskal primerno opremo za opazovanje. Mnoge improvizirane priprave, vsaj za dolgotrajno opazovanje, niso primerne (npr. zadimljeno steklo, popolnoma osvetljen fotografski film, več skupaj zloženih sončnih očal). Neposredno opazovanje Sonca je varno le s posebnim filtrom. Še najbolj varen način je projiciranje Sonca. Uporabimo kartonasto škatlo, ki jo na sredini preluknjamo. Na zadnji strani škatle se pojavi obrnjena slika Sonca (slika 1). Tako preprosto projekcijsko pripravo imenujemo camera obscura. Uporabimo jo lahko kot preprost fotoaparatus.



Slika 1. Projiciranje Sončevega mrka s camera obscura.

V zvezi s projekcijo nas zanimajo tri stvari: velikost, ostrina in svetlost. Zorni kot Sonca α je okoli pol ločne stopinje. Ker je kot α majhen, lahko uporabimo približek $\text{tg } \alpha \approx \alpha$. Velikost slike je približno 1 % dolžine škatle:

$$S = f \cdot \alpha,$$

kjer je S premer slike in f dolžina škatle ($f = 1 \text{ m} \Rightarrow S \approx 1 \text{ cm}$).

S poskusi lahko ugotovimo, da je ostrina slike odvisna od razmerja d/f (d je premer luknjice). Mislimo si, da na škatlo posvetimo z vzporednimi žarki. Pri relativno veliki okrogli luknjici dobimo na zadnji strani škatle okroglo piko, ki ima enak premer kot luknjica $D = d$. Ko projiciramo razsežno telo, je njegova slika sestavljena iz več takih pik (vsaka pika predstavlja projekcijo skupinice točk na telesu). Če želimo doseči dobro ločljivost, morajo biti pike čim manjše, kar dosežemo z manjšanjem premera luknjice v škatli (slika 2). Vendar pa se pri majhnih luknjicah pojavi uklon in je povezava med premerom luknjice in velikostjo pike D

na zaslonu drugačna – z manjšanjem premera postaja pika večja:

$$D = 2,44 \cdot \frac{\lambda}{d/f},$$

kjer je λ valovna dolžina opazovane svetlobe. Enačba le grobo podaja velikost slike, saj je izpeljana iz izraza za prvi interferenčni minimum v interferenčni

sliki na krožni odprtini. Sedaj lahko poiščemo približno vrednost za d , pri katerem se premer pike ne zmanjšuje več. Najmanjši premer pike dobimo na meji med navadno in uklonsko sliko, ko velja:

$$d = 2,44 \cdot \frac{\lambda \cdot f}{d},$$

iz česar sledi

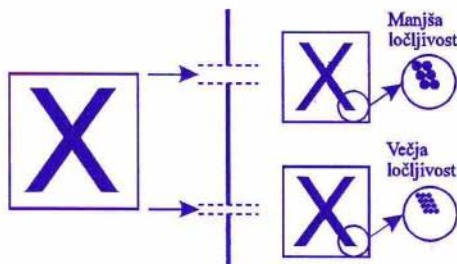
$$d = \sqrt{2,44 \cdot \lambda \cdot f}.$$

Pri $f = 1$ m in $\lambda = 550$ nm dobimo $d \approx 1$ mm.

Svetlost slike je sorazmerna z d/f , razmerje pa predstavlja kar zbiralno moč priprave za svetlobo (pri fotoaparatu je d premer objektivna, f goriščna razdalja). Pri konstantni dolžini škatle bo slika svetlejša pri večji luknjici. S spreminjanjem velikosti luknjice si lahko sami izberemo želeno kombinacijo ostrine in svetlosti.

Iz že na začetku omenjene zagate nas reši narava sama. Projekcijo Sonca lahko opazimo npr. na gozdnih tleh. Krošnje dreves zasenčijo skoraj vso Sončevo svetlobo, nekaj žarkov pa le prodre skozi majhne špranje med listi. Ker so gozdna tla običajno raznobarvna in neravna, nas to lahko pri opazovanju moti. Zato lažje opazujemo na gladki svetli površini avtomobila parkiranega v senci (sliki 3 in 4 na IV. strani ovitka). Na povečani sliki 4 lepo vidimo, da so projekcije različno ostre in svetle, kar je odvisno od razdalje špranje od avtomobila in velikosti špranje.

Kot fotoaparat taka naprava ni najprimernejša, ker moti majhna svetlobna moč in neostra slika. Vendar pa ima ta vrsta kamere tudi prednosti pred optičnimi napravami z lečami in zrcali. Predvsem jo odlikujeta globinska ostrina in široko zorno polje. Največ jo uporabljajo za snemanje v UV in rentgenskem delu spektra svetlobe, ker je v tem območju valovnih dolžin zelo težko dobiti primerne leče in zrcala.



Slika 2. Ločljivost projekcije v odvisnosti od velikosti luknjice.



Slika 3. Projekcije Sončevega mrka na avtomobilu (foto Miha Lobnik).



Slika 4. Povečana slika projekcij mrka (foto Miha Lobnik).