

Conska mrežica

Peter Prelog

upokojeni učitelj fizike

Ob branju članka »Difrakcijske intraokularne leče« (objavljenega v reviji *Fizika v šoli* (2023), letnik 28, številka 1, str. 9–18) sem se spomnil na svojo izdelavo conske mrežice pred mnogimi leti.

Takrat (po letu 1969) smo v Sloveniji kupili nekaj ($< 10^?$) računalnikov prve uporabne generacije – »uporabno« pomeni, da so bili dovolj kvalitetni in hkrati ne pošastno dragi (seveda za podjetja in državne ustanove, ki so jih kupovale, za normalne posameznike je vse to bilo zaradi visoke cene popolnoma nedostopno). Podjetje IBT iz Trbovelj je kupilo IBM 1130 (enakega tudi naša fakulteta v Ljubljani), njihov »računski center« pa je bil v sosednji zgradbi gimnazije. Šef tamkajšnje »računalniške« ekipe je bil dotakratni profesor matematike na sosednji šoli (»računalničarji« takrat še niso obstajali!) in mi je seveda prijazno omogočil, da sem se »prislinil« v skupino iz podjetja, ki se je učila uporabljati novo napravo. Naučili smo se najprej malce programirati (FORTRAN), se odpeljali z avtobusom v Zagreb, kjer so tak računalnik že imeli, in preizkusili svoje programe.

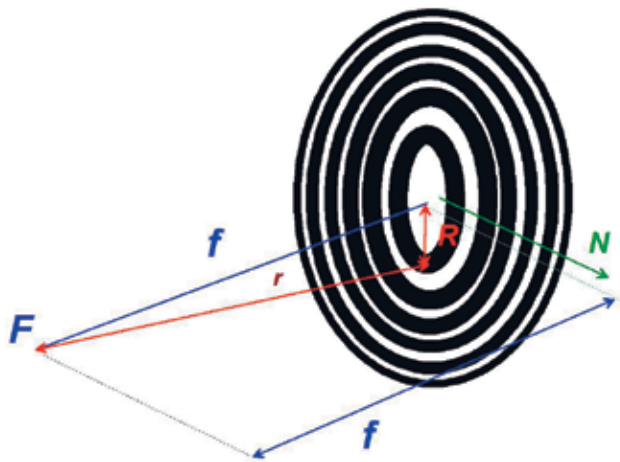
Prvi širši program za seznanjanje profesorjev (predvsem matematike!) z računalniki je bil v Ljubljani leta 1971 in potem so nas celo zadolžili, naj z njimi seznanjamo tudi srednješolce! Naloga je bila malce neresna, saj večina kolegov ni imela v bližini dostopnega računalnika in tudi sami niso imeli nobenih praktičnih izkušenj z njim. Tisti, ki smo imeli kako možnost, smo pač poskušali to prikazati, povedati tudi v šoli.

Takrat sem se ravno ukvarjal z delovanjem conske mrežice (*Fizika v šoli*, 2023/1, letnik 28, str. 15, slika 13, ki je prikazana tudi tukaj na desni strani) in razmišljal, kako bi jo narisal in fotografijo – diapozitiv risbe uporabil kot lečo. Toda risba bi morala biti zelo natančna – tega pa, z opremo, ki sem jo imel – nisem bil zmožen napraviti. Ko so pa pri sosedih kupili še računalniško risalno mizo (za risanje načrtov in tras), sem pa videl rešitev: računalnik naj mi nariše mrežico! Program za risanje res ni bil kompliciran: for $N = 1$ to ... nariši koncentrične kroge s polmeri $R_N = \dots$ (FvŠ 14. str. formula (6)), $R_1 = \dots$, vsak lihi (ali sodi) pas med krogi počrni ...), .. End.

Napisal sem program, ga »zluknjal« na programerske kartice (vse to ni bilo nič podobno temu, kar počnemo danes pri vnosu podatkov v računalnik) in šop kartic oddal operaterju. Samo »posvečeni« so namreč imeli dostop do računalnika, na sliki je taka trboveljska (»izolirana«) računalniška soba, vse naprave na sliki so deli računalnika, operater vstavlja v diskovno enoto polmetrski disk! (Na sliki pa še ni risalnika, tudi monitorja še niso uporabljali, številске rezultate smo dobili izpisane na skoraj pol metra širok papirni trak – tak »printer« je na sliki levo, pod oknom).

Dobil sem skoraj kvadratni meter veliko risbo conske mrežice: pritrdil sem jo na šolsko tablo, zatemnil razred, primerno osvetlil sliko in jo fotografiral z različnih razdalj (da dobim leče z različnimi goriščnimi razdaljami!) s posebnim drobnozrnatim filmom. Potem pa sem napeto čakal na rezultat razvitja filma: slikico, diapozitiv – negativ kvadratnega metra mrežice, pomanjšano na 1 cm^2 ali še manj! Kaj bom videl, če npr. skozi tako »zbiralno lečo« pogledam črke v knjigi?!

Pa se je bilo treba kar malce potruditi, da sem lahko videl nekaj podobnega tistemu, kar sem pričakoval! Skozi tako mrežico pride namreč samo pol svetlobe, ki pade nanjo (polovico zadr-



Fresnelove cone
(Vir: Snoj, R. (2023).
Difrakcijske intra-
okularne leče. *Fizika*
v šoli, 28(1), 9-18.)



žijo temni pasovi), približno polovica druge polovice pa gre naravnost skozi široke prozorne cone in ne prispeva kaj dosti k sliki. Ko sem uspel odkriti šibko povečano sliko, pa sem bil zares navdušen! To doživetje bi lahko privoščili tudi današnjim dijakom, saj je danes, z modernimi računalniki, vse to lažje izvedljivo! In conska mrežica – leča ima cel kup zanimivih lastnosti, ob katerih se lahko marsikaj naučiš: ima več goriščnih razdalj, ki so pa za vsako barvo (λ) drugačne (ob npr. ostri rdeči sliki so zato – ob beli vpadni svetlobi – slike drugih barv razmazane) itd. Z modernim računalnikom ni težko – po Huygensu – sešteti, interferirati v neki točki za mrežico vsa delna valovanja iz prepustnih delov mrežice in tako dobiti zanimivo sliko interferenčne razporeditve svetlobe v neki ravnini optične osi ...

Zanimiva je primerjava z drugimi vrstami valovanja: če iz kartona ali stiropora izrežem prve tri ali štiri velike kolobarje mrežice in jih prelepim z alufolijo (zakaj?), lahko z njo naredimo preizkus delovanja z mikrovalovi ali z zvokom, saj imata lahko enaki valovni dolžini (npr. 3 cm, na šolah smo včasih imeli tak ruski mikrovalovni oddajnik).

Če bo koga premagala skušnjava in bi poskusil sam izdelati in preizkusiti mrežico:

Običajna bralna lupa ima goriščno razdaljo okoli 10 cm. Tako goriščno razdaljo imajo samo conske »leče« z najmanjšimi premeri, $2r < 10$ mm. Toda skozi tako majhno odprtino – skoraj – nič ne vidim, zato se je res treba potruditi, dovolj osvetliti predmet – besedilo, ujeti v odprtino »leče« neko črko ali skupino črk (npr. db), počasi (z netresočo roko!) odmikati »lečo« od črk in opazovati npr. razmikanje črtic pri »db«. Ali pa na bel papir, ki ga od spodaj osvetlimo (npr. z ročno svetilko) položimo dovolj prosojen bel papir in nanj položimo dve vzporedni tanki žički (ali pa narišemo vzporedni črtici), da lahko potem primerjamo razmik žic pod »lečo« in brez nje.

Torej prikaz navidezne slike v razredu ni preveč atraktiven, lažje je prikazati pravo sliko. To je najlažje, če je »leča« na sredi med predmetom in sliko, saj je potem $a = b = 2f$ (tako lahko tudi najhitreje ocenimo f »leče«). Tako lahko preslikam npr. žarečo nitko starinske žarnice (in pozneje tudi kakšno takšno ali drugačno »rožo« na diapozitivu!) na zaslon, ki ga odmikam z roko (prostor seveda zatemnjen!) – vmes je v drugi roki »leča«.

Če želimo mrežico samo s tremi, štirimi pasovi, je ni treba posebej risati, za consko mrežico damo zaslonko z okroglo odprtino in z njo zakrijemo odvečne pasove. Zanimive so zaslonke z različno velikimi »prvimi pasovi« – okroglimi luknjami (slika v »temni komori«).

Za enobarvne slike (λ) uporabimo barvni filter.

Za matematike željne raziskovalce pa se ponuja Huygens in računalniška numerična integracija!