

CD stereo-spektroskop

↓↓↓

ANDREJ LIKAR

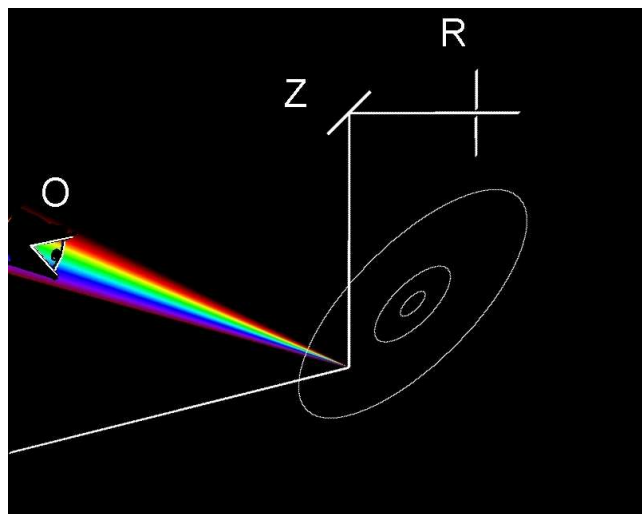
→ CD ploščo lahko uporabimo kot optično mrežico in iz nje naredimo preprost, a presenetljivo dober optični spektroskop. Bralce bo ta zapis morda spodbudil, da si tak spektroskop naredijo sami. Optičnih mrežic navadno nimamo pri roki, kak star, morda celo odvržen CD pa se hitro najde.

Na spletu najdemo nič koliko navodil, kako naredimo tako napravo. Tu predstavljamo stereo-spektroskop, kjer gledamo na spekter z obema očesoma hkrati. Vidimo spekter, kot da plava v prostoru. Gledanje z obema očesoma izostri nekatere zanimive podrobnosti spektrov. Tudi če imamo povsem oster vid, je stereo-opazovanje manj naporno, pri majhnih optičnih napakah oči, kot je na primer astigmatizem, pa te pri stereo opazovanju manj motijo.

Osnovni sestavini vsakega optičnega spektroskopa sta dovolj ozka in dovolj natančno izdelana reža in seveda optična mrežica ali prizma, ki prostorsko loči svetlobo z različnimi valovnimi dolžinami. Na CD plošči je digitalni zapis organiziran v obliki koncentričnih sledi, ki so 1600 nm narazen. Ker vidni svetlobni spekter sestavljajo valovi z dolžinami med 400 nm in 700 nm, na bralni strani osvetljene plošče hitro opazimo mavrične barve. Te nastanejo z interferenco svetlobe, ki se siplje na sledeh.

Spektroskop bo torej sestavljen po razmisleku, predstavljenem na sliki 1. Svetloba (denimo bela, kot na sliki), ki preide režo, pade na vrtljivo zrcalo Z, ki ga usmeri na CD ploščo, kjer se razkloni. Spekter opazujemo v snopu barvno razklonjene svetlobe. Iz reže v resnici izhaja divergentni snop svetlobe, ki jo oko zbere na mrežnici. Reža mora biti čim ožja, da se slika reže na mrežnici očesa, ki jo vidimo v določeni spektralni barvi, ne prekriva preveč s slikami sosednjih barv. Slike reže v različnih barvah so na-

mreč na mrežnici očesa premaknjene, ker se različne barve interferenčno ojačujejo pod različnimi koti. Širino reže pa moramo prilagoditi svetilnosti vira, saj pri preozki reži spektra sploh ne vidimo. Zato mora reža imeti nastavljivo širino. Prav tako moramo poskrbeti, da z zrcalom, vrtljivim okrog vodoravne osi, postavimo na mesto, primerno za udobno opazovanje.



SLIKA 1.

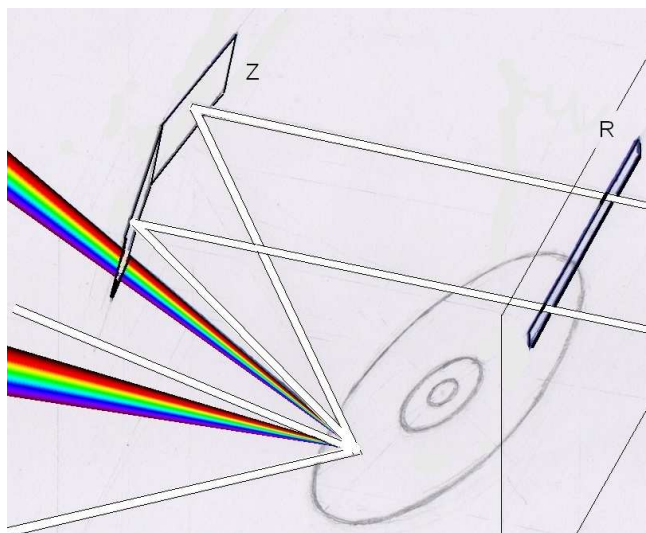
Zasnova spektroskopa. Svetlobni curek, ki se prebije skozi režo R in odbije od zrcala Z, se na CD plošči razkloni v spektralne barve, ki zadenejo oko O. Taka zasnova omogoča udobno opazovanje spektra.

V zgornji zasnovi lahko eno dolgo zrcalo nadomestimo z dvema, ki usmerjata spekter hkrati v obe očesi. Na sliki 2 je skicirana taka postavitev zrcal. Pri gradnji spektroskopa kot med zrcaloma nastavimo s poskušanjem. Pri tem si pomagamo z gumicami. Vse skupaj postavimo v trdno škatlo, ki jo znotraj počr-





nimo. Škatlo na sliki 3 smo zlepili iz parketnih deščic. Še beseda o reži z nastavljivo širino. Tu se rado zatakne, saj pogosto naletimo na navodilo, da mora reža imeti po vsej dolžini, kar se da enako širino. Tako režo je težko narediti, še posebno, če mora biti zelo ozka. Mi smo uporabili dve sladoleдни paličici, ki jih lahko kupimo v vrečki brez sladoleđa (lučke ali ježka). Na sliki 4 je posneta taka reža. Spodnja paličica je prilepljena na ohišje, zgornja pa je vrtljiva okrog osi, ki jo določa vijak. Taka reža sicer nima povsod enake širine, kar pa ne vpliva na kvaliteto spektra. Tako dobimo imeniten stereo-spektroskop, ki ima res presenetljivo dobre lastnosti.

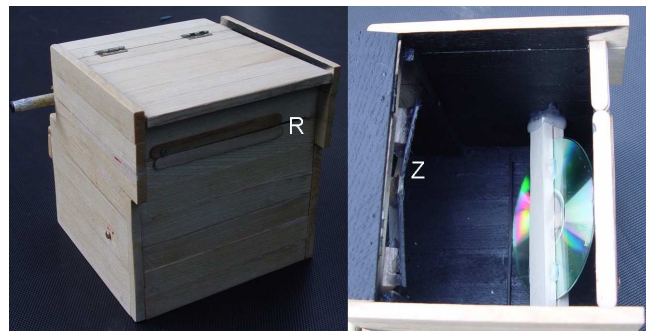


SLIKA 2.

Zrcali Z sta postavljeni pod kotom, ki zagotavlja obema očesoma hkrati pogled na spekter.

Pa si pogledjmo nekaj spektrov, ki smo jih s fotoaparatom posneli na našem spektroskopu. Pri tem seveda zajamemo na fotografski medij le sliko enega spektra, saj je fotoaparat »enooki opazovalec«. Spektri so pri opazovanju precej lepši kot ti na slikah.

Pred leti, ko še ni bilo LED sijalk, so na veliko priporočali živosrebrne nadomestke običajnih žarnic na žarilno nitko. Nekaj teh je še vedo v uporabi. Njihov spekter je prikazan na sliki 5. Spekter na sliki 6 je posnet pri daljši ekspoziciji, da se vidijo tudi črte v modrem in violičnem delu, ki jih sicer s prostimi očmi ne vidimo. Po odkritju modrih svetlečih



SLIKA 3.

Levo: zaprta škatla, v kateri sta zrcali in CD plošča, vidna je le reža R. Desno: odprt pokrov škatle, kjer vidimo zrcali Z in CD ploščo. Spekter opazujemo skozi okence pod zrcali Z na zadnji strani škatle.

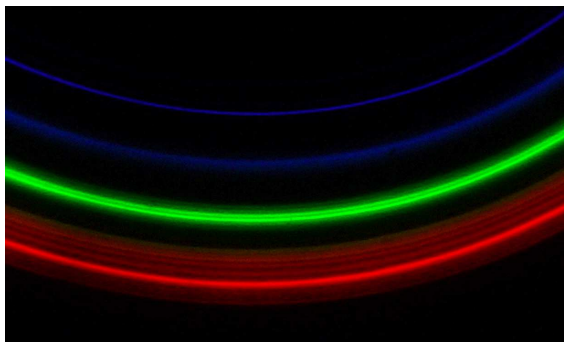


SLIKA 4.

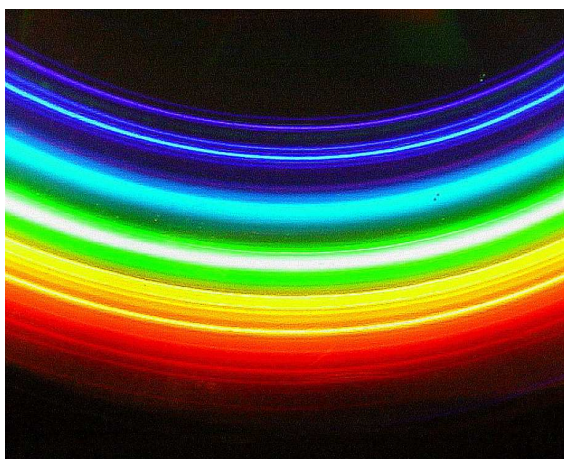
Režo s spremenljivo širino smo naredili iz paličic za sladoleđ.

diod (za kar je bila leta 2014 podeljena Nobelova nagrada za fiziko) so kmalu prišle na trg LED sijalke, ki za enako svetlost porabijo tudi petkrat manj moči od žarnic na nitko. Spekter take sijalke je na sliki 7. Lepo vidimo moder pas originalne svetlobe, ki jo potem premazi na steklu sijalke spremenijo v mešanico rdeče, rumene in zelene, primerno za osvetlitev prostorov.

Pri oceni kvalitete spektroskopa je pomembna njegova ločljivost. To je lastnost, da spektralne črte z bližnjimi valovnimi dolžinami še ločimo med seboj. Da preverimo ločljivost, je vredno pogledati spekter rumene svetlobe iz natrijeve žarnice. Ta vsebuje valovanje z dvema, zelo bližnjima valovnima dolžinama, in sicer 589,0 nm in 589,6 nm. Razlika valovnih dolžin je torej le 0,6 nm. Na sliki 8 smo posneli njun spekter. Ne le, da sta črti lepo ločeni, jasno je videti, da je svetloba z večjo valovno dolžino precej (v resnici dvakrat) šibkejša. Kljub preprosti izdelavi smo dobili presenetljivo dober spektroskop.

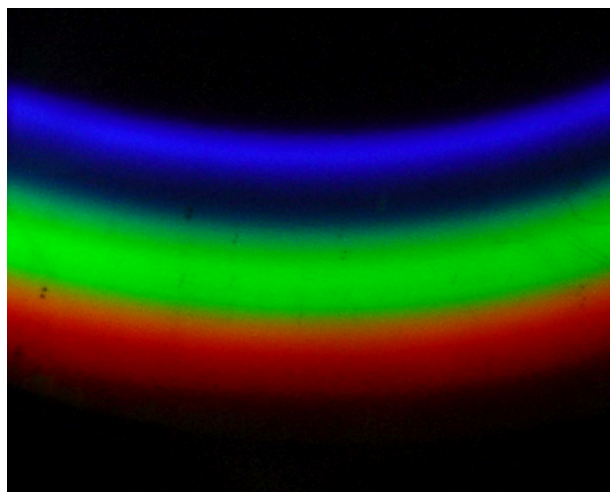


SLIKA 5.
Črtast spekter svetlobe varčne živosrebrne žarnice



SLIKA 6.
Spekter varčne žarnice pri daljši ekspoziciji

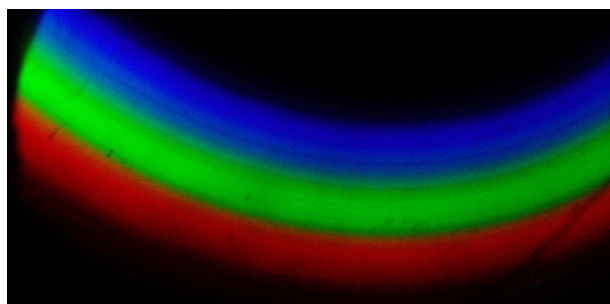
Končno pogledimo še spekter svetlobe, ki pride s Sonca. Na sliki 9 je prikazan tak spekter. Pri natančnejšem ogledu vidimo v njem temnejše črte. Dobro so vidne v modrem in modro-zelenem delu spektra. Posebno izrazita pa je črta v rumenem delu spektra, saj rumene barve skoraj ne vidimo. Svetloba s površja Sonca se mora namreč prebiti skozi Sončevo atmosfero, kjer jo v valovnem območju 589 nm natrijevi atomi precej oslabijo. Oslabijo jo tudi drugi atomi s prehodi iz osnovnega energijskega stanja v višja stanja. Pri tem se absorbira svetloba pri ostro določenih valovnih dolžinah, kjer imajo fotoni ravno pravšnjo energijo.



SLIKA 7.
Spekter LED sijalke



SLIKA 8.
Natrijeva dvojna rumena črta (dublet). Zgornja črta ($\lambda = 589,0nm$) je dvakrat močnejša kot spodnja ($\lambda = 589,6nm$).



SLIKA 9.
Spekter svetlobe iz Sonca kaže temne absorpcijske črte.

× × ×