

FOTOMETAR S RAVNIM ZRCALOM

Priredio: dr.sc. Bojan Vršnak

Pomoću fotometra s ravnim zrcalom sjaj zvijezde uspoređuje se s rasvjetom koju daje slika točkastog umjetnog izvora svjetla. Na slici 1 prikazana je shema jednostavnog fotometra kod kojeg se sjaj "umjetne zvijezde" podešava mijenjanjem udaljenosti izvora svjetla od mutnog stakla.

Izrada instrumenta

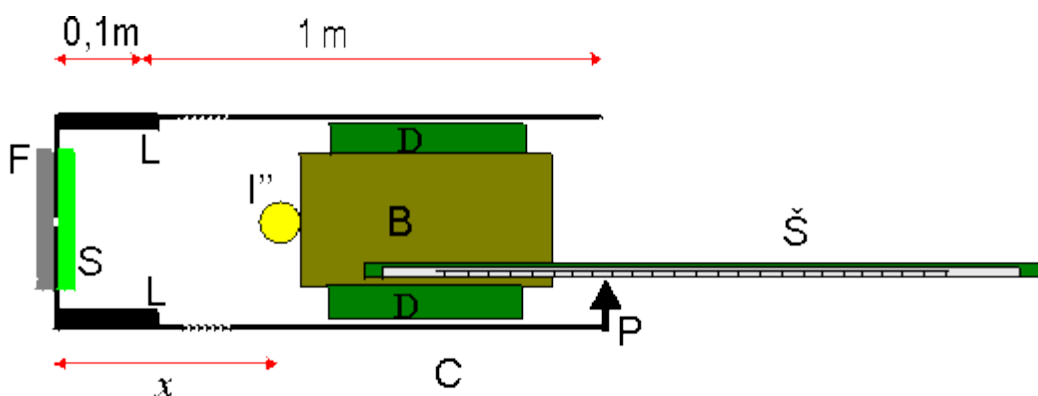
a) Princip

Primarni izvor svjetla je pomična baterijska žaruljica. Žaruljica obasjava mutno staklo na kojem se nalazi nepropusno sjenilo s rupicom malog promjera, te predstavlja točkasti izvor svjetla - "umjetnu zvijezdu" - čiji se "sjaj" uspoređuje sa "sjajem" zvijezde. Zrcalo smješteno na fiksnoj daljivosti od mutnog stakla stvara sliku rupice u smjeru zvijezde, a "sjaj" slike ovisi o udaljenosti žaruljice od mutnog stakla.

b) Materijal

- motka duljine 2-2,5 m
- maleno ravno zrcalo (npr. 5x5 cm)
- komad mutnog stakla, ili poluprozirnog ("paus") papira ili plastične folije (zelena boja)
- duguljasta baterijska svjetiljka kojoj se može maknuti reflektorsko zrcalo
- cijev duljine oko 1 m (npr. plastična) promjera nešto većeg od promjera kućišta baterijske svjetiljke
- čvrsta šipka ili letvica duljine oko 1 m

c) Izrada promjenljivog izvora svjetla

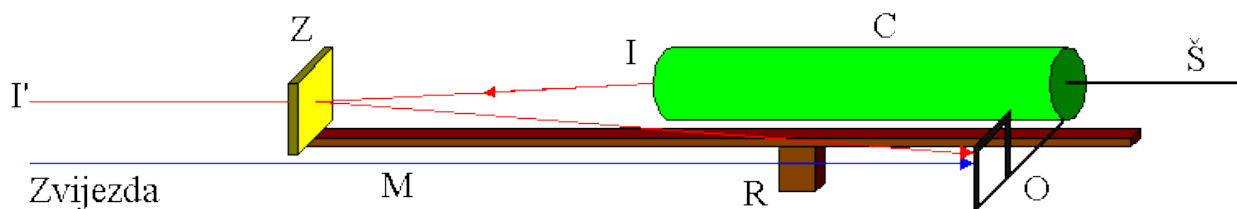


Slika 1.

1. Na traci papira označi duljinsku skalu u centimetrima. Nalijepi traku na šipku (Š).
2. Na kućište baterijske svjetiljke (B) učvrsti ljepljivom trakom šipku s mjerilom i dvije letvice (D) takvih dimenzija da odgovaraju unutrašnjem promjeru cijevi (C). Provjeri da li baterija može lagano kliziti duž cijevi.

3. Na jednom kraju cijevi, s unutrašnje strane nalijepi dvije letvice (K) duljine oko 10 cm tako da se žaruljica (Ž) ne može potpuno približiti kraju cijevi tj. mutnom staklu.
4. Od komada neprozirnog kartona ili plastike napravi poklopac za cijev. Na poklopcu izbuši rupu promjera oko 1 mm te na nju nalijepi mutno staklo ili plastičnu foliju (S). Učvrsti poklopac na jedan kraj cijevi.
5. Od komada žice izradi pokazivač (P) i učvrsti ga na drugi kraj cijevi tako da se pomoću njega može očitavati skala na šipki.
6. (Instrument će bolje služiti ako umjesto baterija kao izvor napona koristiš ispravljač čiji napon se ne mijenja vremenu.)
7. (Da bi boja umjetne zvijezde bila što sličnija pravim zvijezdama dobro je upotrijebiti mutno staklo ili foliju zelene boje.)

d) Izrada nosača zrcala



Slika 2.

1. Učvrsti ljepljivom trakom na jedan kraj motke (M) cijev fotometra (C).
2. Od komada žice napravi "okular" (O) i učvrsti ga na motku u blizini kraja cijevi.
3. Od kratke letvice izradi rukohvat (R) i učvrsti ga na motku na prikladnom mjestu tako da pomoću njega možeš držati motku dok imaš oko prislonjeno na okular a desnom rukom pomičeš šipku.
4. Na drugi kraj motke učvrsti zrcalo (Z) tako da gledanjem kroz "okular" vidiš u središtu zrcala sliku rupice na poklopcu cijevi.
5. Prije mjerenja upali žaruljicu te kučište svjetiljke umetni u cijev.

Baždarenje instrumenta

a) opažanja

1. Odaberi dvadestetak zvijezda u blizini zenita ($z < 30^\circ$). Neka zvijezde budu u rasponu magnituda $m=1-6$. Pripremi tablicu s kolonama: filter, magnituda, x .
2. Postupak baždarenja započni s najsjajnijom zvijezdom. Usmeri fotometar prema zvijezdi i izaberi filter koji ima takvu propusnost da je sjaj "umjetne zvijezde" jednak sjaju izabrane zvijezde pri relativno velikoj udaljenosti izvora x . Zabilježi u tablicu oznaku filtera, magnitudu zvijezde i vrijednost x .
3. Postupak ponavljaj sa zvijezdama sve manjih sjajeva sve dok je uz upotrebu istog filtera izjednačavanje s "umjetnom zvijezdom" moguće, tj. dok je $x > x_0$. Upisuj sve potrebne podatke u tablicu.
4. Zamijeni filter s filterom manje propusnosti te ponovi postupak za sve zvijezde čije sjajeve možeš mjeriti unutar dopuštenih vrijednosti x .
5. Postupak ponavljaj dok ne "izmjeriš" i najmanje sjajne zvijezde.

b) obrada

1. Za sve uporabljene filtere pripremi grafove u kojima će ordinata predstavljati zvjezdanu magnitudu (veće vrijednosti niže!), a apscisa vrijednosti x .
2. Unesi u graf $m(x)$ sva mjerenja, posebno za svaki filter.
3. Provuci krivulju koja najbolje prijanja uz točke. Time si baždario instrument - mjerenjem vrijednosti x uz upotrebu pogodnog filtera, moguće je odrediti magnitudu zvijezde nepoznatog sjaja, nalaženjem ordinate točke na krivulji koja odgovara izmjerenom x .
4. Procijeni rasap točaka oko krivulje: za svaku zvijezdu odredi ($\Delta x = |x - x_i|$ gdje je x_i izmjerena udaljenost za datu zvijezdu, a x je x -koordinata točke na krivulji koja odgovara magnitudi zvijezde m_i). Nađi srednju vrijednost i standardnu devijaciju za $\Delta x = |x - x_i|$.
5. Postupak obrade je moguće provesti točnije. Na apscisu umjesto vrijednosti x stavi $X = \log x$. Na taj način nacrtaj grafove za sve upotrijebljene filtere. Ovisnost $m(X)$ je približno linearna. Odredi pravac koji najbolje prijanja uz ucrtane točke. Pravce možeš ucrtati približno, "od oka", te im odrediti jednadžbe na temelju crteža. Ukoliko poznaješ postupak "najmanjih kvadrata" posluži se tom metodom za određivanje jednadžbe pravca. Koliki je koeficijent smjera pravca? Komentraj!
6. Poznavanjem jednadžbe pravca $m = aX + b$ moguće je naći magnitudu nepoznate zvijezde pomoću izmjerene vrijednosti x^* :

$$m^* = a X^* + b$$

$$\text{gdje je } X^* = \log x^*.$$