

E: Fizika svetlobe

Sijalka na žarilno nitko sveti tako, da segreva volframo-vo nitko do tako visoke temperature, da začne sevati kot črno telo v vidnem delu spektra. Taka žarnica pa vseeno izglublja veliko energije v infrardeči svetlobi.

Za opis svetlobe, kot jo zaznava človeško oko, uporabljamo fotometrične enote, ki upoštevajo občutljivost očesa na različne valovne dolžine svetlobe. Skupna količina svetlobe, ki jo vir *izseva* v vse smeri, imenujemo **svetlobni tok** in ga merimo v luminih [lm]. Količina vidne svetlobe, ki na ploskev *vpada* na enoto površine, imenujemo **osvetljenost**, ki jo merimo v luksih [$lx = lm/m^2$] in jo lahko izmerimo z merilcem svetlobe.

Ko merimo količine svetlobe zgolj glede na energijo, ki jo svetloba prenaša, uporabljamo radiometrične enote. Te so izražene z navadnimi enotami za moč. Radiometrični ekvivalent svetlobnega toka je **izsev**, merjen v vatih [W], ekvivalent osvetljenosti pa je **gostota svetlobnega toka** [W/m^2].

Pri tem eksperimentu boš raziskoval termične in svetilnostne lastnosti svetil. Tri naloge so večinoma neodvisne med seboj. Pri nalogah 1 & 2 ni potrebno računati napak.

Oprema (glej sliko 1)

- A Črna in bela plastična ploščica (debelina 3 mm) s stojalom. Obe plošči dobro vpijata infrardečo svetlobo.
- B Merilec svetlobe s stojalom. Merilec svetlobe se po 6 minutah avtomatično ugasne – nazaj ga prižgeš z dolgim pritiskom na gumb on/off. Bodi pozoren na enote (lx, ne fc). Če želiš, da se izmerjena vrednost ohrani na zaslonu, uporabi gumb HOLD.
- C Lahko stojalo z okroglim podstavkom, utežjo za stabilnost, in z dvema zamenljivima nastavkoma s svetiloma: žarnico (**največja napetost 12 V**) in LED svetilko (**največja napetost 3.0 V, ne preseži 400 mA**). Nastavka lahko bolje pritrdiš na mesto tako, da ju zagozdiš z zobotrebcom. Črn papir je na voljo, da si zaščitiš oči med odčitavanjem inštrumentov.
- D Infrardeč termometer. Odčitovanje se ustavi kratek čas po tem, ko *spustite* sprožilec. Meritve imajo lahko znatno, a konstantno, sistematično napako.
- E Podloga z narisano mrežo s koti in razdaljami.
- F Kotomer.
- G Rdeč, zelen in moder barven filter v ovitku. Če imate težave z razlikovanjem barv, zaprosite za pomoč.

Filtri so občutljivi na toploto. Ne približuj jih viru svetlobe.

- H Namizen električni izvir. Največja napetost/tok se nastavi z vrtečimi gumbi. Da izbereš številko, ki jo želiš spremeniti (označena z utripajočo rdečo lučko pod številko), *večkrat* pritisni gumb za napetost/tok in ga nato obrni. Po nekaj sekundah lučka neha utripati in zaslon začne prikazovati dejansko napetost/tok. Za upravljanje s svetilom spreminjaj tok na izviru. Če izvir ne bo mogel doseči zelenega toka, ne da bi prekoračil največjo napetost, bo samodejno preklopil v način konstantne napetosti in omejil tok.

Vključi žice v ujemačo negativno (črna) in pozitivno (rdeča) vtičnico električnega izvira. Zemlje (zeleni) ne uporabljaj.

Preden priključiš žice, nastavi največjo napetost in tok na nič, da se električni izvir ne poškoduje.

Če ti katero od svetil pregori, lahko zaprosiš za novega. Upoštevajte, da je število rezervnih svetil omejeno.

Naloga 1 - Barva in temperatura (4 točke)

Barva sevanja črnega telesa je odvisna od njegove temperature. V astronomiji se temperature zvezd ugotavlja s pomočjo barvnega indeksa, ki je razmerje osvetljenosti izmerjene pri dveh različnih barvnih filtrih.

(a) V tabeli 1 so napisane osvetljenosti, izmerjene skozi rdeč, zelen in moder filter za standardno žarnico pri znanih temperaturah. Z izbiro ustreznih filtrov nariši kalibracijsko krivuljo, ki povezuje izbran barvni indeks s temperaturo.

(b) Izmeri zvezo med vstopno električno močjo in temperaturo volframove nitke. Grafično prikaži rezultate na ustreznem območju moči.

Naloga 2 - Svetlobni izkoristek (8 točk)

Učinkovitost svetil se meri s količino, imenovano **svetlobni izkoristek**, ki ima enote lumini na vat. To je razmerje med svetlobnim tokom in porabljeno močjo. Za predstavo, sončna svetloba ima svetlobni izkoristek 93 lm/W.

Izmeri odvisnost svetlobnega izkoristka od porabljene moči za obe svetili čez celoten razpon moči z izmerljivim izsevom. Prikaži rezultate z enim grafom za vsako svetilo. Jasno pokaži vse korake v postopku in vse meritve.

Naloga 3 - Segrevanje s sevanjem (8 točk)

Naslednja naloga je lahko dolgotrajna, zato primerno načrtuj svoje delo.

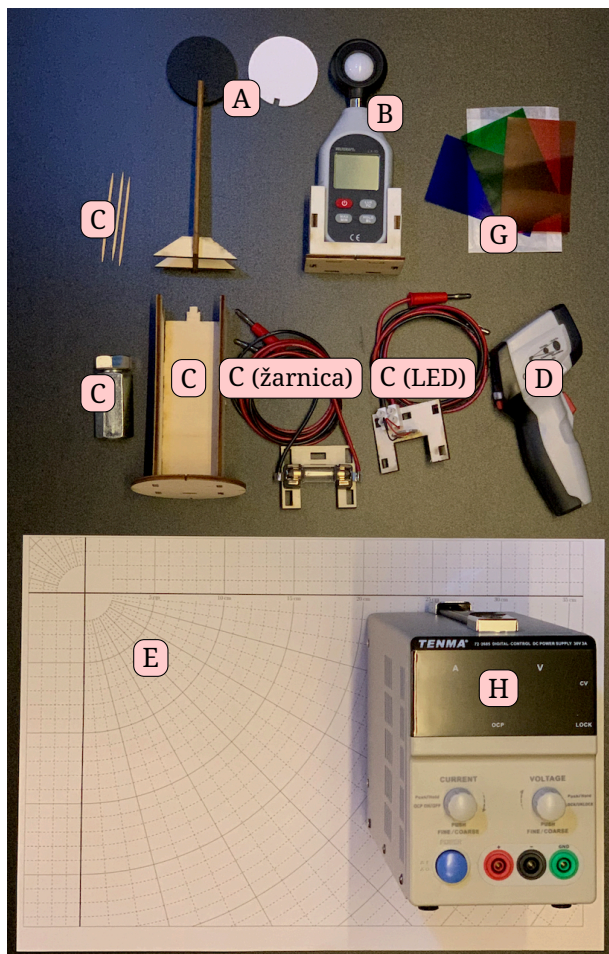
Ko svetloba zadane predmet, se je nekaj absorbira. Pri zmernih temperaturnih razlikah med predmetom in okolico lahko toplotne izgube v okolico modeliramo s **koeficientom toplotne prestopnosti** h , v obliki $P/A = h(T - T_0)$, kjer T predstavlja temperaturo površine, T_0 temperaturo okolice in P/A moč toplotnih izgub v okolico na enoto površine.

(a) Določi koeficient toplotne prestopnosti h in toplotno prevodnost λ za črno plastiko, če upoštevaš, da material absorbira vso prejeta svetlobo, in da žarnica odda vso prejeta moč v obliki elektromagnetnega valovanja.

(b) Oceni albedo (razmerje med odbito in absorbirano gostoto svetlobnega toka) bele plastike. Izračunaj tudi napako svoje ocene.

Uporabna zveza: Površina odseka krogle z radijem r med polarnima kotoma θ_1 in θ_2 , kjer velja $0 \leq \theta_1 \leq \theta_2 \leq \pi$, je $\Delta A = 2\pi r^2 (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$.

Prikaz opreme



Slika 1: Prikaz pripomočkov za eksperimentalno nalogo (kotomer in črni kartonski ščitnik nista prikazana).

Tabela osvetljenosti

T [K]	Rdeča [lx]	Zelena [lx]	Modra [lx]
1570	2	0	0
1600	4	0	0
1610	5	1	0
1620	6	2	0
1630	8	3	0
1640	10	4	0
1660	12	5	0
1670	14	6	0
1700	18	9	1
1730	24	14	3
1780	37	23	7
1820	51	34	11
1880	80	57	21
1940	120	91	36
2000	165	130	53
2060	230	194	80
2120	310	274	118
2160	379	348	155
2220	484	460	210
2260	586	570	264
2310	753	748	348
2350	888	929	440
2390	1032	1107	527
2460	1292	1452	697
2500	1577	1826	879
2540	1811	2198	1078

Tabela 1: Osvetljenosti s svetilom z znano temperaturo, izmerjene skozi tri barvne filtre pri konstantni razdalji med svetilom in merilcem svetlobe. Natančnost meritev je ± 2 lx.

Navodila za uporabo električnega izvira

Namizni električni izvir oddaja največjo količino elektrike, ki jo dovoljujeta nastavljena mejna napetost in nastavljen mejni toka. Če tok prvi preseže mejo, deluje izvir kot vir konstantne napetosti, če pa mejo prej doseže napetost, pa deluje kot vir konstantne napetosti. Način delovanja je označen z lučkama pri napisu CC (konstanten tok) in CV (konstantna napetost).

Dokler ne nastaviš izvira, ne priklaplaj nanj svetil. Na sliki rdeča žica ni povezana, torej je vezje prekinjeno.



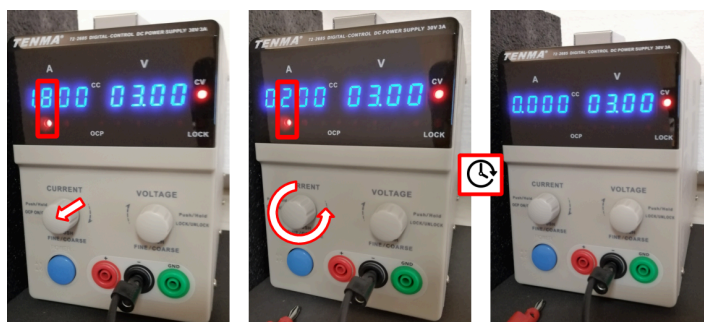
Pred tabo sta dva zaslona: na levi je prikazan trenutni tok in na desni trenutna napetost. Kažeta napetost in tok, ki dejansko teče skozi vezje, torej bo ob prekinjenem vezju prikazana nastavljena mejna napetost, tok pa bo kazal nič. Gorela bo lučka ob napisu CV, kar pomeni, da je bila dosežena mejna napetost.



Da nastaviš mejno napetost, pritisni gumb za napetost. Tedaj bo namesto trenutne napetosti zaslon pokazal nastavljeno mejno napetost, gorela pa bo tudi lučka pod eno od števk napetosti. Obračanje gumba spremeni vrednost izbrane števk, pritisnjanje pa ciklično spreminja pozicijo izbrane števk. S tem postopkom nastavi mejo na največjo dovoljeno napetost svetila – 3.00 V za LED svetilko.

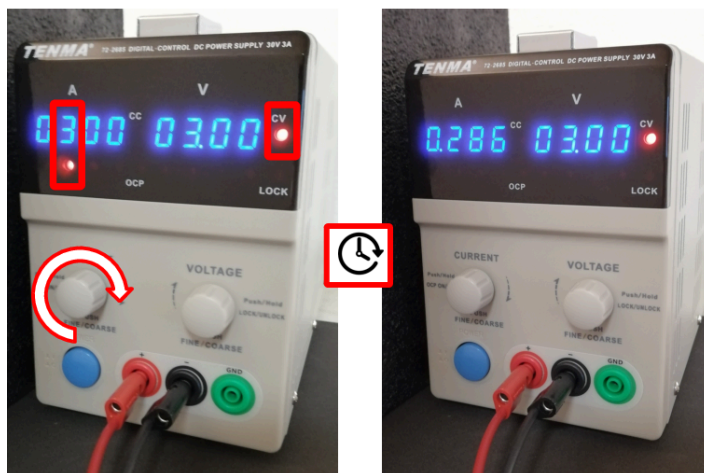
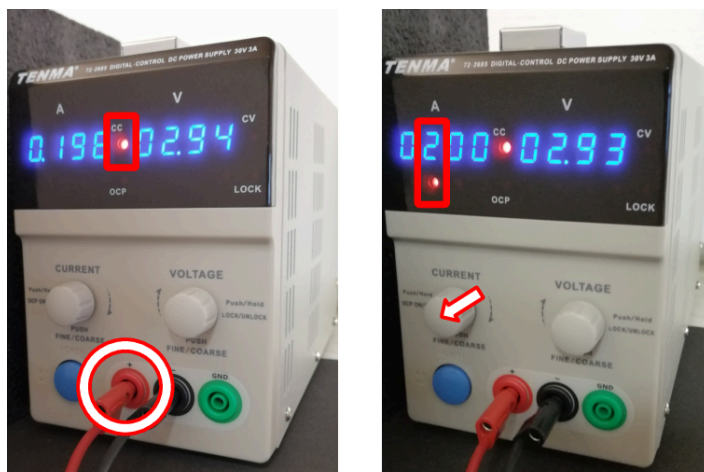
Po 4 sekundah začne zaslon spet prikazovati trenutno napetost in lučka pod izbrano števkogasne.

Postopek ponovi z gumbom za tok (levo), in nastavi mejni tok.



Primer kaže mejo 0.200 A. Po 4 sekundah zaslon spet kaže dejanski tok (še vedno nič) in lučka za izbiro števk se ugasne.

Ko sta nastavljeni obe meji, lahko priključiš svetilo. Sedaj je dosežena meja toka, kar prikazuje lučka CC (konstanten tok), dejanska napetost pa je manjša od nastavljene mejne napetosti. Svetilo v tem primeru se razlikuje od tvojega, zato bodo tvoje vrednosti drugačne. Poskusi povečati mejo napetosti z levim gumbom.



Ko se tok preveč poveča, je dosežena mejna napetost (lučka CV), kar obvaruje priključeno svetilo. Za upravljanje svetil prilagajaj tok.