

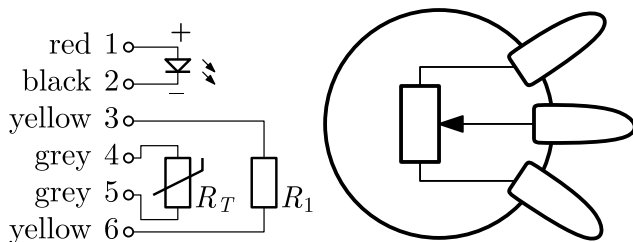
1 Sveteča dioda

Sveteče diode (LED) so najučinkovitejša svetila. V zadnjih letih so prišle na trg poceni, močne in zanesljive LED, kar je povzročilo pravo svetovno revolucijo, v kateri ostala svetila (navadne, halogenske in fluorescentne žarnice) množično zamenjujejo z LED.

Pri tem eksperimentu boš analiziral toplotne in električne lastnosti LED.

Ocene napak in negotovosti niso potrebne, a natančnost tvoje metode in rezultatov je pomembna in ju bodo ocenili. Vedno skiciraj shemo merilne postavitve, ki jo uporabljaš. Ko je primerno, nariši graf, s katerim določiš iskane količine.

Pripomočki: 2 ploščici z identičnima krogoma z LED, upornikom in senzorjem za temperaturo; 2 prozorni steklenici, 2 neprodušna zamaška, 2 cevki, voda, brizga, 3 multimetri (tistega, z oznako "voltage-only", uporabi le za merjenje napetosti), 2 spremenljiva upornika (potenciometra), vir napetosti (napajalnik), žice, podstavek, listi za risanje grafov.



Slika kaže shemo in povezave na ploščici (levo) in spremenljivi upornik (desno). Upornik R_1 lahko uporabiš za gretje ploščice v bližini LED. Senzor za temperaturo R_T (termistor) je še en upornik, katerega upor je odvisen od absolutne temperature T :

$$T = 2,254 \text{ K} \left(\ln \frac{R_T}{1 \text{ k}\Omega} \right)^2 - 32,46 \text{ K} \ln \frac{R_T}{1 \text{ k}\Omega} + 361,09 \text{ K}.$$

Pozor! Pri napajanju LED pazi na polariteto priključkov! Rdeči izhod na viru napetosti je "+" (in ga moraš povezati z rdečim priključkom na LED) in črni izhod je "-".

Če je dioda priključena na multimeter med vhoda "mAV Ω " (deluje kot "+" izhod vira) in "COM" ("-") in je multimeter v načinu (mode) delovanja, ki je označen z "►", multimeter deluje kot vir približno stalnega majhnega toka. V tem načinu delovanja multimeter kaže napetost na diodi v voltih, pri čemer skozi diodo poganja tok približno 0,33 mA (lahko predpostaviš, da je ta tok stalen).

V poenostavljenem modelu povezuje tok skozi diodo I_d , napetost V na delu diode, ki seva svetlobo, in absolutno temperaturo T tega dela diode izraz

$$I_d = A e^{-V_{G0}/(nV_T)} \left(e^{V/(nV_T)} - 1 \right) \text{ kjer je } V_T = \frac{k}{q} T.$$

Boltzmannova konstanta je $k = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ in osnovni naboj je $q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$.

Spremenljivko V_T imenujemo termalna napetost. Parametra V_{G0} in n sta odvisna od snovi v LED; parameter A je odvisen tudi od zgradbe (konstrukcije) LED. Parameter n imenujemo koeficient idealnosti, običajno velja

$1 < n < 2$. Parameter V_{G0} imenujemo nominalna napetost reže (bandgap) v polprevodniku.

Izmerjena napetost na diodi $V' = V + I_d R_s$ vsebuje tudi prispevek $I_d R_s$ zaradi notranjega upora diode, ki se obnaša, kot da bi bil zaporedno vezan k idealni diodi. Vrednost notranjega upora je reda velikosti $R_s \sim 1 \Omega$. **Namig:** oceni velikosti količin v izrazu za napetost in ustrezno poenostavi svoje izračune!

1. Izmeri in nariši graf odvisnosti napetosti od temperature za LED, skozi katero teče konstanten tok (tok naj bo dovolj majhen, da lahko zanemariš napetost na R_s).

9 t

Določi V_{G0} .

Z dodatnimi meritvami in ustreznim grafom določi parametra n in A .

Pri večjih tokovih ne smemo zanemariti notranjega upora diode R_s . Določi R_s .

2. Učinkovitost LED η definiramo kot razmerje med močjo, ki jo dioda izseva v obliki svetlobe, in prejeto električno močjo. Brez uporabe senzorja za merjenje temperature določi vrednost učinkovitosti η za LED.

5 t

3. LED se obnaša tudi kot sončna celica (ali kot fotodi-oda). Tok I_p , ki ga skozi LED požene svetloba (imenujmo ga *foto-tok*), ni odvisen od napetosti in je premosorazmeren intenziteti vpadle svetlobe; izmerjeni tok I je z napetostjo povzročen tok skozi diodo I_d , ki mu odštejemo foto-tok I_p ($I = I_d - I_p$). Foto-tok zaradi svetlobe v prostoru (svetlobno ozadje) je dovolj majhen, da ne vpliva na meritve v predhodnih delih naloge.

6 t

Postavi obe LED natančno eno nasproti drugi na razdaljo $d = 3,0 \text{ cm}$ in napajaj eno s tokom $I_1 = 0,50 \text{ A}$. Določi največjo električno moč P_{\max} , ki jo lahko oddaja LED pri tej svetlobni postavitvi pri sobni temperaturi.

Določi pripadajočo foto-učinkovitost η_p , ki jo definiramo kot razmerje med oddano električno močjo LED, in svetlobnim tokom, ki ga absorbira aktivna površina LED. Ploščina te površine je $S = 1,56 \text{ mm}^2$. Predpostavi, da LED seva enakomerno v prostorski kot α , ki je 33 % celotnega prostorskega kota.