

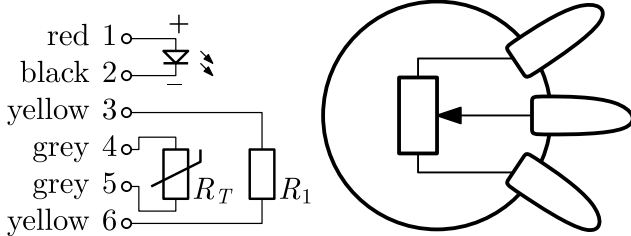
# 1. Világító dióda (LED)

A világító diódák (Light Emitting Diodes, LEDs) a legjobb hatásfokú fényforrások. Az elmúlt években megjelentek a piacon az olcsó, erős és megbízható LED-es égők. Ez világszerte valódi forradalmat okozott, hiszen a korábban használt fényforrásokat (mint például az izzólámpák, halogén és fluoreszcens lámpák) a háztartásokban és az irodákban is felváltották a LED-es világítások.

Ebben a mérési feladatban a LED-ek hőtani és elektromos tulajdonságait fogod vizsgálni.

Nem kell sehol hibaszámítást végezned, de a mérési módszereid és az eredményeid pontossága fontos, és befolyásolja a pontozást. Mindig rajzold le a mérési elrendezést, amit használsz! Ahol szükséges, használj grafikonokat a szükséges mennyiségek meghatározásához!

*Eszközök: 2 egyforma áramköri panel LED-del, ellenállással és hőmérséklet-érzékelővel; 2 átlátszó flakon, 2 légmentesen záró dugó, 2 cső, víz, fecskendő, 3 multiméter (az a multiméter, ami így van jelölve: „voltage-only”, csak feszültségmérésre használható), 2 potenciométer (változtatható ellenállás), tápegység, vezetékek, állvány, milliméterpapír csíkok.*



Az áramköri panel vázlatja és csatlakozói a bal oldali ábrán, a potenciométeré a jobb oldali ábrán láthatók (red = piros, yellow = sárga, grey = szürke, black = fekete). Az  $R_1$  ellenállással lehet melegíteni a panelt a LED mellett. Az  $R_T$  hőmérséklet-érzékelő (termisztor) egy másik ellenállás, amelynek az ellenállása erősen függ a  $T$  abszolút hőmérséklettől:

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

**FIGYELEM! Csak a bejelölt polaritással kapcsolj feszültséget a LED-re! A tápegység piros vezetéke a „+” (és ezt kell a LED piros csatlakozójához kötni), a fekete pedig a „-”.**

A multiméternek van egy „▶” jellel jelölt üzemmódja, amelyben egy nagyjából állandó, kicsiny áramot bocsát ki, ha egy dióda van kapcsolva a „mAVΩ” (mint „+”) és a „COM” (mint „-”) csatlakozókhoz. Ebben az üzemmódban a multiméter a diódán eső feszültséget mutatja voltban, miközben a kibocsátott áram körülbelül 0,33 mA (feltételezheted, hogy ez az áram nem változik).

Egy egyszerűsített elmélet szerint a dióda  $I_d$  árama, a LED belsejében lévő átmeneten (ahol a fényt kibocsátja) eső  $V$  feszültség, és a  $T$  abszolút hőmérséklet között a következő kapcsolat áll fenn:

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

$k = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$  a Boltzmann-állandó és  $q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  az elemi töltés. A  $V_T$  mennyiség neve termikus feszültség. A  $V_{G0}$  és  $n$  paraméterek a LED anyagától függenek, az  $A$  paraméter pedig a LED felépítésétől. Az  $n$  paramétert jósági tényezőnek nevezzük, és

értéke általában  $1 < n < 2$ . A  $V_{G0}$  paraméter a félvezető anyag tiltott sávjának szélessége.

Egy valódi diódán eső  $V' = V + I_d R_s$  feszültségnek van egy, a dióda  $R_s$  soros ellenállásából származó tagja is. Ez a soros ellenállás  $1 \Omega$  nagyságrendű.

**Tanács:** Becsüld meg a fenti összefüggésekben szereplő mennyiségek nagyságrendjét, és ennek megfelelően egyszerűsítsd a számításaidat!

- (9 pont) Mérd meg és ábrázd a LED feszültség-hőmérséklet függvényét állandó áram mellett (az áram legyen olyan kicsi, hogy az  $R_s$  ellenálláson lévő feszültségesés elhanyagolható legyen).

Határozd meg  $V_{G0}$  értékét!

További mérések és megfelelő grafikon segítségével határozd meg az  $n$  és  $A$  paramétereket!

Nagyobb áramoknál az  $R_s$  ellenállás sem elhanyagolható. Mérd meg  $R_s$  értékét!

- (5 pont) Definiáljuk a LED hatásfokát a kibocsátott fény teljesítményének és a felhasznált elektromos áram teljesítményének a hányadosaként. Mérd meg a LED  $\eta$  hatásfokát a hőmérséklet-érzékelő használata nélkül!

- (6 pont) A LED napelemként (vagy fotodióda) is működik. Az  $I_p$  fotoáram, amit a diódára eső fény kelt, nem függ a feszültségtől, arányos a fény intenzitásával, és levonódik a dióda eredeti áramából ( $I = I_d - I_p$ ). A környezetből érkező fény által keltett fotoáram olyan kicsi, hogy az előző méréseket nem befolyásolta.

Helyezz két LED-et közvetlenül egymással szembe  $d = 3,0 \text{ cm}$  távolságra. Az egyik LED-et hajtsd meg  $I_1 = 0,50 \text{ A}$  árammal. Határozd meg, hogy ebben az elrendezésben a másik LED-ből mekkora maximális  $P_{\max}$  elektromos teljesítmény nyerhető szobahőmérsékleten!

Határozd meg az ehhez tartozó  $\eta_p$  fotohatásfokot, ami a kimenő elektromos teljesítmény osztva a LED aktív felületén elnyelt fény teljesítményével. Ez a felület  $S = 1,56 \text{ mm}^2$ . Feltételezd, hogy a LED a teljes térszög (a teljes gömbfelület)  $\alpha = 33\%$ -ába sugározza ki a fényt egyenletesen.