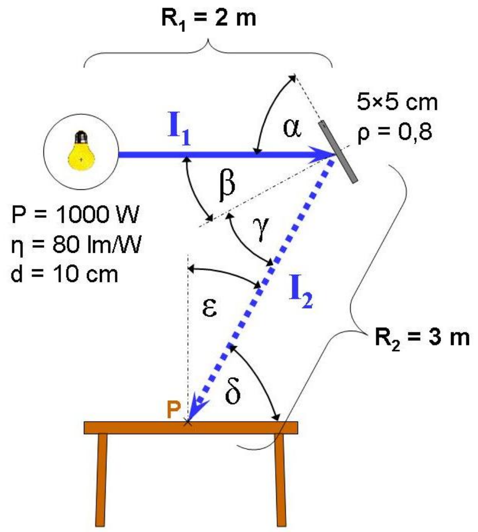
Összefoglaló mintapélda

Feladat: Egy P=1000 W-os, η=80 lm/W fényhasznosítású, 10 cm átmérőjű, gömb alakú, minden irányban egyenletesen sugárzó fényforrással megvilágítunk egy tőle vízszintesen R_1 = 2 m távolságban lévő ρ=0,8 reflexiós tényezőjű, 5×5 cm nagyságú, Lambert-felületű papírlapot úgy, hogy a papír középpontját és a fényforrás középpontját összekötő egyenes 60°-os szöget zár be a papír síkjával. A papírról visszaverődő fény megvilágítja a földön álló vízszintes asztal „P" pontját, ami R_2 = 3 m távolságban van a papírlap középpontjától. A „P" pontot és a papírlap középpontját összekötő egyenes 60°-os szöget zár be az asztal síkjával (ld. 1. ábra).

Számítsuk ki, hogy a papírlapról visszaverődő fény mekkora megvilágítást hoz létre az asztal felületén a „P" pontban.



1. ábra: Mintapélda

Megoldás:

Legelőször határozzuk meg a világítási elrendezés geometriai sajátosságait, vagyis az ábrán jelölt szögek nagyságát. A feladatból adódóan $\alpha = \delta = 60°$, amiből adódik, hogy $\beta = \varepsilon = 30°$. Mivel az I_1 fényerősség vízszintes irányú, ezért belátható, hogy $\varepsilon + \beta + \gamma = 90°$, amiből az következik, hogy $\gamma = 30°$.

A papírlap által a „P" pontban létrehozott megvilágítás a fotometriai távolságtörvény értelmében $E_P = \frac{I_2}{R_2^2} \cdot \cos\varepsilon$, aminek kiszámításához „csak" I_2 értékére van szükségünk. Ennek meghatározásához induljunk el a fényforrás felől.

A fényforrás teljesítményéből (P) és fényhasznosításából (η) a fényáram $\Phi = P \cdot \eta = 80000\,\mathrm{lm}$-nek adódik. Mivel a fényforrás minden irányban egyenletesen világít, ezért az I_1 fényerősség az átlagos fényerősségnek felel meg, azaz (a 2.7 összefüggés alapján) $I_1 = \frac{\Phi}{4\pi} = 6366{,}2\,cd$.

A fényforrás által a papírlapon létrehozott megvilágítás a fotometriai távolságtörvénnyel számolható, vagyis $E_{papír} = \frac{I_1}{R_1^2} \cdot \cos\beta = \frac{6366{,}2}{2^2} \cos 30° = 1378{,}3\,lx$.

A 2.10 összefüggés értelmében a papírlap fénysűrűsége (minden irányban) $L_{papír} = E_{papír} \cdot \frac{\rho}{\pi} = 1378{,}3 \cdot \frac{0{,}8}{\pi} = 350{,}99\,\frac{cd}{m^2}$. A papírlap fénysűrűsége ugyan minden irányban azonos, de fényerőssége nem, ugyanis a fénysűrűség definíciós egyenletében a vizsgált felületnek csak a fényerősségre merőleges vetülete szerepel, amiből következik, hogy $I_2 = I_{\gamma,papír} = L_{papír} \cdot A_{papír} \cdot \cos\gamma = 350{,}99 \cdot 0{,}05^2 \cdot \cos 30° = 0{,}76\,cd$. Ezt az értéket visszahelyettesítve a megoldás elején felírt $E_P = \frac{I_2}{R_2^2} \cdot \cos\varepsilon$ összefüggésbe azt kapjuk, hogy $E_P = \frac{0{,}76}{3^2} \cdot \cos 30° = 0{,}0731\,lx$.

A kapott megvilágítási érték nagyon kicsi, ezért önállóan kiszámíthatjuk a fényforrás által közvetlenül létrehozott megvilágítás értékét is a „P" pontban. Ehhez a geometriai adottságokból kiszámítható, hogy a fényforrás és a „P" pont közötti távolság $\sqrt{7}\,m$, valamint a fényforrástól a „P" pont felé mutató fényerősség-vektor (melynek nagysága megegyezik I_1 értékével) az asztallapra merőleges iránnyal 10,89°-os szöget zár be. Ezeket az adatokat a fotometriai távolságtörvénybe beírva kapjuk, hogy a fényforrás által a „P" pontban közvetlenül létrehozott megvilágítás értéke $E_{P,fényforrás} = \frac{I_1}{\left(\sqrt{7}\right)^2} \cdot \cos 10{,}89° = 893\,lx$.

Első ránézésre talán meglepő, de valósághű, hogy egy viszonylag nagy fényáramú fényforrás az adott geometriai elrendezés mellett több mint tízezerszer nagyobb megvilágítást eredményez az asztal egy pontjában, mint ugyanennek a fényforrásnak a fénye, egy kisméretű, a „fényt szóró" papírlapról visszaverődve.