

Laboratórne cvičenie

Tento návod na laboratórne cvičenie predstavuje postup na *overenie platnosti* fotometrického zákona. Použijeme ho až potom, keď sme odvodili fotometrický zákon. Jedná sa o *overovací experiment*.

Úlohy:

1. Pre vybrané svetelné zdroje zmerajte závislosť veľkosti osvetlenia E od vzdialenosti r od svetelného zdroja a zostrojte graf závislosti $E = f(1/r^2)$.
2. Z nameraných hodnôt vypočítajte svietivosti I svetelných zdrojov rôzneho príkonu P . Údaje, príkon a svietivosť, zapíšte do tabuľky.
3. Pre vybrané svetelné zdroje zmerajte závislosť veľkosti osvetlenia E od uhla dopadu svetla φ a zostrojte graf závislosti $E = f(\cos \varphi)$.

Pomôcky:

luxmeter, žiarovky 25 W, 40W, 60 W, stolná lampa, pásový meradlo alebo drevené pravítko, veľký uhlomer, tenká nitka, fixka, drôt hrubý asi 2 mm, MS Excell

Fyzikálny princíp:

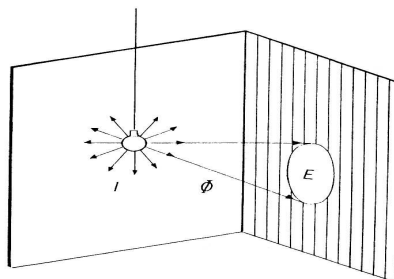
Každý zdroj elektromagnetického žiarenia vyžaruje do okolitého priestoru energiu. Vyžarovanie energie v podobe svetla posudzujeme buď subjektívne na základe účinkov na zrak, alebo objektívne, keď použijeme vhodné meracie prístroje. Veličiny, ktoré charakterizujú prenos energie optického žiarenia a jeho účinok na zrak, nazývame *fotometrické veličiny*. Ich meraním sa zaoberá fotometria. Dej na obr.1 charakterizujú tri fotometrické veličiny:

- svietivosť – vyjadruje vlastnosť zdroja svetla,
- svetelný tok – sa vzťahuje k prenosu svetla priestorom,
- osvetlenie – určuje účinky svetla pri jeho dopade na plochu telesa.

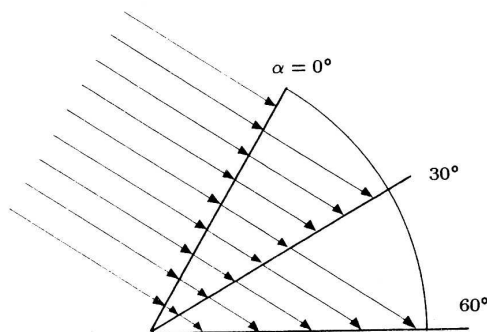
Svietivosť I je základná fotometrická veličina, jej jednotkou je kandela, značka cd (z lat. candela – sviečka). Jednotková svietivosť skutočne odpovedá približne svietivosti jednej sviečky.

Svetelný tok Φ vyjadruje intenzitu zrkavého vnemu normálneho oka, vyvolaného energiou svetelného žiarenia, ktoré prejde za jednotku času určitou plochou priestoru, ktorým sa svetlo šíri. Jednotkou svetelného toku je *lumen*, značka lm.

Osvetlenie E závisí na časti svetelného toku Φ , ktorý dopadne na plochu s obsahom ΔS . Osvetlenie je definované vzťahom



Obr.1 K výkladu fotometrických veličín.



Obr.2 Závislosť osvetlenia plochy na uhle dopadu svetla.

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta S}$$

Jednotkou osvetlenia je *lux*, značka lx.

Zo skúsenosti vieme, že so zväčšujúcou sa vzdialenosťou od zdroja svetla osvetlenie plochy klesá. Závisí taktiež na uhle dopadu φ , pod ktorým svetlo popadá na plochu. Najviac je osvetlená plocha, na ktorú svetelné lúče dopadajú kolmo. Ak sú svetelné lúče s plochou rovnobežné, osvetlenie je nulové. Pre osvetlenie platí rovnica

$$E = \frac{I \cdot \cos \varphi}{r^2},$$

kde r je vzdialenosť od zdroja svetla. Z hľadiska potrieb praxe je osvetlenie najdôležitejšou fotometrickou veličinou.

K meraniu osvetlenia obvykle používame prístroje založené na vnútornom fotoelektrickom jave, teda na priamej premene energie žiarenia na elektrickú energiu. Prístroj na meranie osvetlenia sa nazýva *luxmeter*.

Postup merania:

- Svietidlo (stolovú lampu) upevnite na pracovnom stole tak, aby svetelný zdroj bol vo výške asi 0,5 m metra nad stredom stola. Do svietidla založte vybraný svetelný zdroj napr. 25 W žiarovku. Tenkú nitku, na ktorej ste si vyznačili vzdialenosti po 0,05 m, pripevnite na vrchol lampy a spustite dole (aby bola trochu napnutá). Pozdĺž tejto nitky budete merať intenzitu osvetlenia E v závislosti od vzdialenosti r od svetelného zdroja. Meranie vykonajte pre žiarovky rôznych príkonov. Merané hodnoty osvetlenia zapíšte do tabuliek.

$P = \dots\dots\dots W$, $\varphi = 0^\circ$.

i	r (m)	$1/r^2$ (m ⁻²)	E (lx)	I (cd)
1				
2				
.				
.				
.				
10				
				$\bar{I} =$

- Z drôtu si vyrobte niečo podobné ako gril na opekanie. V strede urobte (kruhový závit) slučku, na ktorú upevníte senzor svetla. Jeden koniec drôtu ohnete do pravého uhla, ten bude ukazovať na veľkom drevenom pravítku, postavenom kolmo na stole, uhol dopadu svetla. Na druhom konci si urobíte „rukoväť“. Prípravok potom upevnite pevne na dve podstavy tak, aby sa ním dalo otáčať okolo pozdĺžnej osi. Do svietidla založte vybraný svetelný zdroj napr. 25 W. Postupne zväčšujte uhol dopadu svetla a merajte intenzitu osvetlenia E . Meranie vykonajte pre žiarovky rôznych príkonov. Merané hodnoty osvetlenia zapíšte do tabuliek

$P = \dots\dots\dots W$, $r = 0,5$ m.

i	φ (°)	$\cos \varphi$	E (lx)
1			
2			
.			

.			
.			
10			

Spracovanie výsledkov:

- Z nameraných hodnôt zostrojte graf závislosti $E = f(I/r^2)$. Použite MS Excell.
- Svietivosť zdroja vypočítajte podľa vzťahu $I = r^2 \cdot E$, $\cos 0^\circ = 1$.
- Vypočítajte priemernú hodnotu svietivosti pre každý svetelný zdroj a doplňte tabuľku

P [W]	I [cd]
25	
40	
60	

- Zostrojte graf závislosti $I = f(P)$.
- Z nameraných hodnôt zostrojte graf závislosti $E = f(\cos \varphi)$.

Poznámka:

Pre dosiahnutie najlepších výsledkov znížte vnútorné osvetlenie na minimum tak, že vypneme všetky svietidla (okrem stolnej lampy, s ktorou experimentujeme), zatemnite okná ak je to možné, alebo merajte večer, resp. v noci (alebo v zime na nulte hodine).

Tiene a odrazy od objektov a postáv môžu mať za následok chyby v meraní. Tieto chyby môžu byť minimalizované držaním senzora v dostatočnej vzdialenosti od tela v horizontálnej polohe.

Na kreslenie grafov použite program MS Excell, alebo použite milimetrový papier.

Otázky:

1. Uveďte, aké sú hygienické normy pre veľkosť intenzity osvetlenia pre školské priestory a pre niektoré druhy činnosti napr. čítanie, experimentálna činnosť?
2. Vymenujte, aké svetelné zdroje poznáte?