

T É M A: ŘEŠENÍ ÚLOH PŘENOS ENERGIE ZÁŘENÍM

Vypracoval/a:

Třída:

Spolupracoval/a:

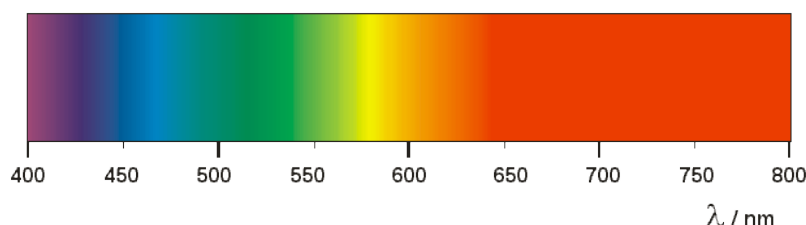
Datum:

ANOTACE:

Na příkladech si žáci zopakují podmínky přenosu energie záření včetně vzorců a jejich využitím u jednotlivých příkladů. V druhé části laboratorní práce žáci samostatně řeší složitější příklady. Žáci by měli být schopni zpracovat zadané údaje a vypočítat příklady.

TEORIE:

Viditelné světlo je elektromagnetické záření o vlnové délce 400–750 nm. Vlnové délky světla leží mezi vlnovými délkami ultrafialového záření a infračerveného záření



Tři základní vlastnosti světla jako elektromagnetického vlnění vůbec jsou svítivost (amplituda), barva (frekvence) a polarizace (úhel vlnění).

Fotometrie je část optiky, která se zabývá studiem a měřením světelné energie a jejím účinkem na lidský zrak.

Světelný tok Φ vyjadřuje intenzitu zrakového vjemu lidského oka, které vyvolá záření o určité energii vyzářené světelným zdrojem do určitého prostorového úhlu za jednotku času. Je určen světelnou energií ΔE_s která projde danou plochou v okolí zdroje za dobu Δt .

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

Jednotkou je *lumen* značka *lm*.

Svítivost zdroje I v daném směru je dána podílem části světelného toku Φ , který vychází ze zdroje do prostorového úhlu o velikosti $\Delta\Omega$

$$I = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\Omega}$$

Jednotkou je kandela značka 1cd.

Svítivost zdroje 1cd odpovídá přibližně svítivosti plamene svíčky, od které byl název jednotky kandela (candle – svíčka) odvozen

Osvětlení E charakterizuje účinky světla na určité ploše, závisí na části světelného toku $\Delta\Phi$, který dopadá kolmo na plochu o obsahu ΔS . Je definováno vztahem

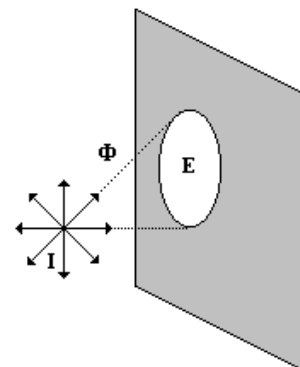
$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta S}$$

$$[E] = lx$$

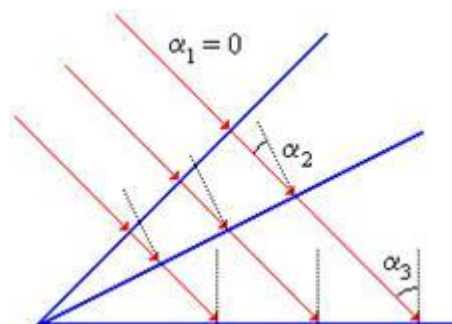
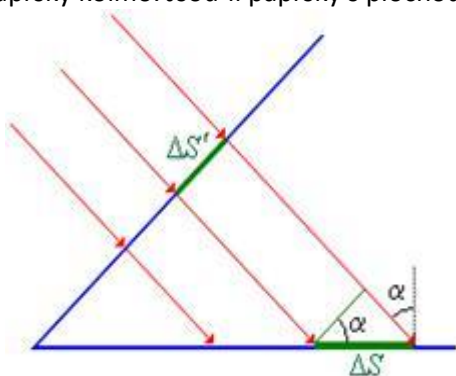
Osvětlení dané plochy ΔS závisí na svítivosti zdroje I , na její vzdálenosti r od světelného zdroje a na úhlu dopadu na tuto plochu je určeno vztahem

$$E_1 = \frac{I_1 \cos\alpha}{r_1^2}$$

Tato fotometrická veličina, která je již závislá na vzdálenosti osvětlené plochy od zdroje světla. Ze zkušenosti víme, že osvětlení plochy se s rostoucí vzdáleností této plochy od zdroje světla rychle zmenšuje.



Závisí i na úhlu α , pod nímž světlo na danou plochu dopadá. Nejlépe je osvětlena plocha, na kterou dopadají světelné paprsky kolmo. Jsou-li paprsky s plochou rovnoběžné, osvětlení plochy je nulové.



Úhel α viz obrázky závisí na poloze osvětlené plochy a zdroje

Na vztahu je založeno měření osvětlení, které je z hlediska potřeb praxe nejdůležitější fotometrickou veličinou. K měření se obvykle používají přístroje založené na přímé přeměně energie elektromagnetického záření v elektrickou energii (tzv. fotoelektrický jev).

Samostatný přístroj pro měření osvětlení se nazývá **luxmetr**. Často je však čidlo při měření osvětlení (resp. světelného toku) zabudováno do optických přístrojů (fotografické přístroje, videokamery, ...). Dostatečné osvětlení patří k základním požadavkům na hygienu práce a jeho hodnota je stanovena normami.

PŘÍPRAVA:

1. Zopakujte nebo prostudujte si učivo: Elektromagnetické záření a jeho energie.
2. Za použití odborné literatury nebo internetových zdrojů vypracuj následující úkoly.
3. Zopakujte si, vzorce a význam pojmů osvětlení, světelný tok, svítivost zdroje.
4. Budete dále potřebovat MFCH tabulky a kalkulačku.

ÚKOL Č. 1

Lidské oko vnímá světelný vjem při minimálním osvětlení sítnice $2 \cdot 10^{-9} \text{ lx}$. Z jaké minimální vzdálenosti můžeme za ideálních podmínek (bez pohlcování záření a dalších ztrát) pozorovat parafínovou svíčku o svítivosti 1 cd?

ZADÁNÍ

$$E = 2 \cdot 10^{-9} \text{ lx}$$

$$I = 1 \text{ cd}$$

$$r = ?$$

VÝPOČET

$$E_1 = \frac{I_1}{r_1^2}$$

$$E_1 r_1^2 = I_1$$

$$r_1^2 = \frac{I_1}{E_1}$$

$$r_1 = \sqrt{\frac{I_1}{E_1}}$$

$$r_1 = \sqrt{\frac{1}{2 \cdot 10^{-9}}} = 22\,360 \text{ m} = 22,36 \text{ km}$$

Svíčku můžeme za ideálních podmínek pozorovat se vzdálenosti 22,36 km

ÚKOL Č. 2

Dvě žárovky, které jsou ve vzájemné vzdálenosti 2m od sebe, osvětlují z obou stran neprůhledné stínítko tak, že osvětlení obou stran stínítka je stejné. Žárovka o svítivosti 20 cd je ve vzdálenosti 0,5m od stínítka. Jaká je ve směru kolmém svítivost druhé žárovky?

Z pokusu je zřejmé, že osvětlení z obou stran stínidla je stejné.

ZADÁNÍ

$$d = 2m$$

$$I_1 = 20cd$$

$$r = 0,5m$$

$$I_2 = ?$$

VÝPOČET

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{I_1}{r^2} = \frac{I_2}{(d-r)^2}$$

$$I_2 = \frac{(d-r)^2}{r^2} I_1$$

$$I_2 = \frac{(2-0,5)^2}{0,5^2} 20 = 180 cd$$

Druhá žárovka má ve směru kolmém na stínítko svítivost 180 cd

Úloha ukazuje, jak určit neznámou svítivost I_2 žárovky, známe-li svítivost I_1 jiného zdroje světla

ÚKOL Č. 3

Osvětlení desky stolku o rozměrech 500 mm × 60 cm je 100 lx. Jaký světelný tok dopadá na desku stolku?

ZADÁNÍ

$$a = 500 mm = 0,5 m$$

$$b = 60 cm = 0,6 m$$

$$E = 100 lx$$

$$\Phi = ?$$

VÝPOČET

Ze vzorce

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{\Phi}{a \cdot b}$$

vyvodíme světelný tok

$$\Phi = E \cdot a \cdot b$$

Číselné dosazení

$$\Phi = 100 \cdot 0,5 \cdot 0,6 lm = 30 lm$$

Na desku stolku dopadá světelný tok 30 lm.

ÚKOL Č. 4

Jak se změní osvětlení plochy stolu umístěné pod bodovým zdrojem světla, jestliže svítivost bodové žárovky se zvětší čtyřikrát a její vzdálenost od plochy stolu se, čtyřikrát zmenší? Osvětlení desky stolu uvažujeme v bodě, do kterého dopadá světelný paprsek na osvětlenou plochu kolmo.

ZADÁNÍ

$$I_2 = 4I_1$$

$$r_2 = \frac{r_1}{4}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = ?$$

VÝPOČET

Původní osvětlení plochy

$$E_1 = \frac{I_1}{r_1^2}$$

Konečné osvětlení plochy po změně parametrů

$$E_2 = \frac{I_2}{r_2^2}$$

$$E_2 = \frac{I_2}{r_2^2} = \frac{4I_1}{\left(\frac{r_1}{4}\right)^2} = \frac{4I_1}{\frac{r_1^2}{16}} = 64 E_1$$

Osvětlení plochy stolu se zvětší šedesát čtyřikrát.

ÚKOL Č. 5

Stěna je osvětlena dvěma stejnými svíčkami postavenými těsně vedle sebe ve vzdálenosti 80cm od stěny. O jakou vzdálenost je třeba přiblížit ke stěně jednu svíčku, jestliže druhá zhasne, aby stěna byla osvětlena stejně jako předtím?

ZADÁNÍ

$$r = 80\text{cm} = 0,8\text{m}$$

$$r_x = ?$$

VÝPOČET

Dokud svítí obě svíčky, které jsou vedle sebe a mají stejnou svítivost, celkové osvětlení stěny při kolmém dopadu paprsků bude rovné součtu osvětlení každou svíčkou.

$$E_s = E_{s1} + E_{s2}$$

$$E_s = 2 \frac{I}{r^2}$$

Jestliže jedna svíčka zhasne a osvětlení stěny má zůstat stejné, platí:

$$\frac{2I}{r^2} = \frac{I}{r_x^2},$$

$$r_x = \frac{r\sqrt{2}}{2}$$

Po dosazení zadaných hodnot

$$r_x = \frac{0,8\sqrt{2}}{2} = 0,57\text{m}$$

Svíčku je zapotřebí posunout o vzdálenost x :

$$x = r - r_x = 0,8 - 0,57 = 0,23\text{m}$$

Svíčku je třeba posunout blíž ke stěně o 0,23m.

ÚKOL Č. 6

Ve výšce 4,0m nad vodorovnou rovinou podlahy je bodový zdroj světla o svítivosti 100 cd. Jaké osvětlení je v místě kolmém pod bodovým zdrojem světla a v bodě A, který je ve vzdálenosti 20 m od stopy paprsku, který dopadl ze zdroje na rovinu kolmo?

ZADÁNÍ

$$I = 100\text{ cd}$$

$$h = 4\text{ m}$$

$$l = 20\text{ m}$$

$$E_{s1} = ?$$

$$E_{s2} = ?$$

VÝPOČET

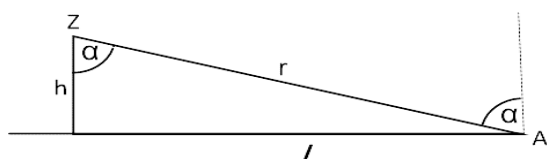
$$E_{s1} = \frac{I}{h^2}$$

$$E_{s1} = \frac{100}{4^2} = 6,2\text{ lx}$$

V místě kolmém pod bodovým zdrojem světla je osvětlení 6,2 lx.

Podle obrázku platí pro osvětlení roviny vztah

NÁKRES



$$E_s = \frac{I \cos \alpha}{r^2}$$

$$r = \sqrt{h^2 + l^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{h}{r} = \frac{h}{\sqrt{h^2 + l^2}}$$

$$E_s = \frac{Ih}{\sqrt{(h^2 + l^2)^3}}$$

$$E_s = \frac{100 \cdot 4}{\sqrt{(4^2 + 20^2)^3}}$$

$$E_s = \frac{100 \cdot 4}{\sqrt{(16 + 400)^3}} = 0,047 \text{ lx}$$

Osvětlení v bodě A je 0,047 lx

$$E_s = \frac{I}{h^2}$$

$$E_s = \frac{100}{4^2} = 6,2 \text{ lx}$$

V místě kolmém pod bodovým zdrojem světla je osvětlení 6,2 lx.

ÚKOLY NA PROCVIČENÍ:

ÚKOL Č. 1

Nad středem kulatého stolu o průměru 2 m visí ve výšce 1 m žárovka o svítivosti 50 cd. Jak velké osvětlení je na středu stolu a na jeho okrajích?

ÚKOL Č. 2

V bodech A a B, které jsou od sebe vzdáleny 165 cm, jsou světelné zdroje o svítivosti 36 cd a 25 cd. V kterém místě spojnice bodů A a B je kolmo postavené stínidlo, které je z obou stran stejně osvětlené?

ÚKOL Č. 3

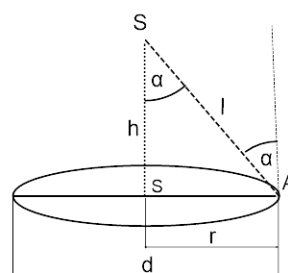
Na staveništi je zavěšena lampa o svítivosti 200 cd ve výšce 4 m. Jak vysoko zavěsíme lampu o svítivosti 1 000 cd, aby osvětlení pod lampou bylo dvojnásobné?

VYPRACOVÁNÍ:

VYPRACOVÁNÍ ÚKOLU Č. 1:

ZADÁNÍ

Nákres k úkolu č. 1



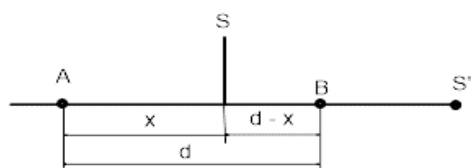
VYPRACOVÁNÍ ÚKOLU Č. 2:

ZADÁNÍ

VÝPOČET

Vzdálenost silnějšího světelného zdroje od stínidla je x , vzdálenost druhého zdroje je $d - x$, při tom d je vzdálenost obou světelných zdrojů od sebe viz.obrázek

Aby bylo osvětlení stínidla od každého zdroje stejné musí platit:



VYPRACOVÁNÍ ÚKOLU Č. 3:

ZADÁNÍ

VÝPOČET

SEZNAM ZDROJŮ:

- [01] Fyzika pro gymnázia Optika Oldřich Lepil, Přemysl Šedivý Prometheus Praha 2002 ISBN 80-7196-237-6, 205 s
[02] http://cs.wikipedia.org/wiki/Blízka_infračervená_spektroskopie

METODICKÝ LIST

Název školy	Gymnázium a Jazyková škola Zlín
Autor	Mgr. Albert Vacek
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda
Vzdělávací obor	Fyzika
Tematický okruh	Přenos energie zářením
Druh učebního materiálu	Laboratorní cvičení – učitel
Cílová skupina	Žák, 17 – 19 let
Anotace	Pracovní list určen do výuky žákům - podklad pro laboratorní cvičení z fyziky. Informace student čerpá z vlastních poznámek, odborné literatury a internetu. Náplň: Přenos energie zářením