

# ,T É M A: ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ A JEHO ENERGIE

Vypracoval/a:

Třída:

Spolupracoval/a:

Datum:

## ANOTACE:

V této laboratorní práci si žáci zopakují vlastnosti elektromagnetického záření, zdroje záření a jejich vlastnosti. Součástí laboratorní práce je ověření jednoduchého experimentu pomocí, kterého se dá změřit a vypočítat svítivost zdroje světla.

## TEORIE:

### Přenos energie zářením

Každý zdroj elektromagnetického záření vyzařuje do okolního prostoru energii.

Např. žárovka svítí a světlo (ale i značná část tepla) se šíří do okolního prostoru; ...

Účinek záření ale vnímáme až při jeho dopadu na povrch tělesa.

Těleso je osvětleno a můžeme ho vidět zrakem. Přiložíme k žárovce ruku a cítíme teplo. Dopadne-li světlo na citlivou vrstvu filmu, projeví se účinek záření tím, že negativ při vyvolání v osvětlených místech zčerná.

Vyzařování energie v podobě světla lze posoudit:

1. **subjektivně** - na základě účinků světla na zrak; popisujeme pomocí fotometrických veličin;
2. **objektivně** - tj. za použití vhodných měřicích přístrojů; popisujeme pomocí radiometrických veličin.

### Fotometrické veličiny

Jsou definovány podle citlivosti lidského oka a jsou tudíž závislé na barevném složení zkoumaného záření (lidské oko je nejcitlivější na žlutozelené světlo o vlnové délce 555 nm). Tyto veličiny v podstatě nemají fyzikální smysl.

Mezi fotometrické veličiny patří:

1. **svítivost** - vyjadřuje vlastnost zdroje světla;
2. **světelný tok** - vztahuje se k přenosu světla prostorem;
3. **osvětlení** - určuje účinky světla při jeho dopadu na povrch tělesa

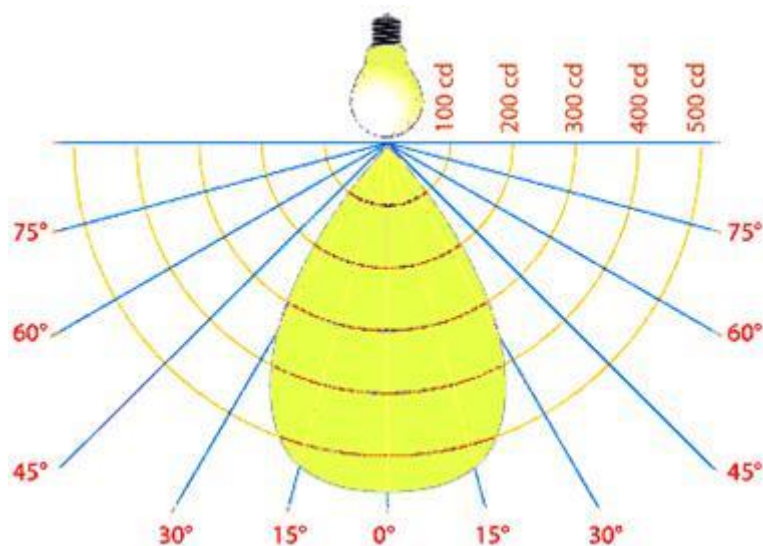
**Svítivost**  $I$  je základní fotometrická veličina;  $[I] = \text{cd}$  (kandela). Jednotkou je svítivosti kandela (cd).

**Kandela** patří mezi základní jednotky soustavy SI, která je odvozena od svítivosti svíčky přesně definovaného složení. Jedna kandela je definována jako svítivost zdroje, který v určitém směru vyzařuje monochromatické záření o frekvenci  $540 \cdot 10^{12}$  hertzů se zářivostí  $1/683$  wattu na jeden steradián. Pomocí kandel je možné vyjádřit další jednotky fotometrických veličin.

Svítivost bodového zdroje v daném směru lze definovat jako podíl světelného toku  $\Delta\Phi$  vyzářeného zdrojem v tomto směru do malého prostorového úhlu  $\Delta\Omega$  a velikosti tohoto prostorového úhlu:

Svítivost tedy vyjadřuje rozdělení světelného toku do různých směrů, do kterých vyzařuje zdroj světla.

Svítivost si můžeme také představit jako soubor vektorů vycházejících ze zdroje světla, jejichž velikosti v daném směru odpovídají svítivosti v daném směru. Koncové body těchto vektorů vytvoří tzv. plochu svítivosti, z níž většinou pro praktické účely stačí znát pouze její řez některou rovinou procházející světelným zdrojem (např. rovina procházející osou souměrnosti zdroje, ...). Tento řez se nazývá čára svítivosti



Přejato :<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/535-fotometrické-veličiny>

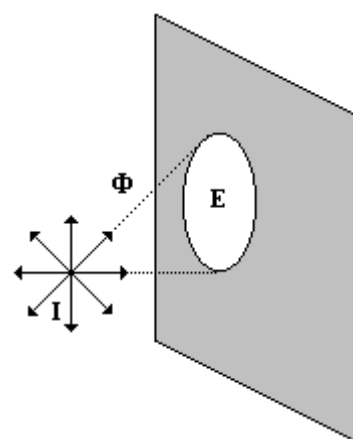
Osvětlení  $E$  závisí na části světelného toku  $\Delta\Phi$ , který dopadá kolmo na plochu o obsahu  $\Delta S$ . Je definováno vztahem

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

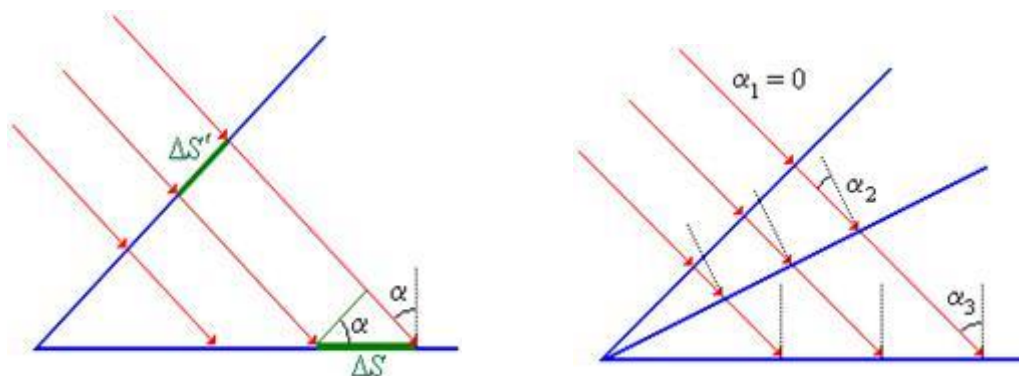
$$[E] = \text{lx}$$

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

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



Úhel  $\alpha$  viz obrázky závisí na poloze osvětlené plochy a zdroje



Ze zkušenosti víme, že osvětlení plochy se s rostoucí vzdáleností této plochy od zdroje světla rychle zmenšuje. Závisí i na úhlu  $\alpha$ , 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.

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.

Např. Slunce za jasného dne dokáže způsobit osvětlení až 50000 lx, rýsování vyžaduje 1500 lx, ke čtení je nutné osvětlení 500 lx, běžné práce 100 lx k osvětlení schodiště stačí 20 lx., svíčka ve vzdálenosti 30 cm dává osvětlení 10 lx,

Lidské oko je schopno rozlišit předměty již při osvětlení  $3 \times 10^{-5} \text{ lx}$ .

Zdroje světla	Svítivost
LED dioda	0,006 cd
svíčka	1 cd
100 W žárovka	135 cd
zářivková trubice 40 W	230 cd
fotografický blesk	1000000 cd

## PŘÍPRAVA:

1. Zopakujte si učivo: Přenos energie zářením
2. Za použití odborné literatury nebo internetových zdrojů vypracuj následující úkoly.

1. Jak můžeme posoudit vlastnosti elektromagnetického záření?

2. Jaké znáš fotometrické veličiny a co popisují?

3. Co vyjadřuje jednotka svítivosti 1 kandela?

4. Jak funguje žárovka?

5. Jak funguje LED dioda?

## ÚKOL Č. 1

Pomocí jednoduchého fotometru ověř svítivost žárovky a LED diody.

### POMŮCKY:

Optická lavice, tvrdý papír, vosk nebo olej, žehlička, svíčky, žárovky, led dioda

### POSTUP:

1. Na tvrdý papír kápneme roztavený vosk nebo olej, vznikne průsvitná skvrna, kterou rozžehlíme žehličkou.
2. Upravený papír umístíme na optickou lavici s měřítkem a na každou stranu do určité vzdálenosti položíme dvě stejné zapálené svíčky.
3. Takto připravený experiment přeneseme do zatemněné místnosti a budeme posouvat papírem tak dlouho kde skvrna zdánlivě zmizí. Mělo by to nastat když papír bude uprostřed mezi svíčkami. Takto ověříme, že experiment funguje
4. Při dalším experimentu dáme na jednu stranu žárovku a na druhou jednu svíčku a opět budeme pohybovat papírem tak dlouho až skvrna zmizí a změříme vzdálenosti svíčky a žárovky od papíru- pokus opakujeme 5x.
5. Naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky a vypočítáme nejpravděpodobnější hodnotu vzdálenosti  $r_1$ ,  $r_2$  a / svítivosti žárovky.
6. Tento pokus opakujeme s vybranou LED diodou.

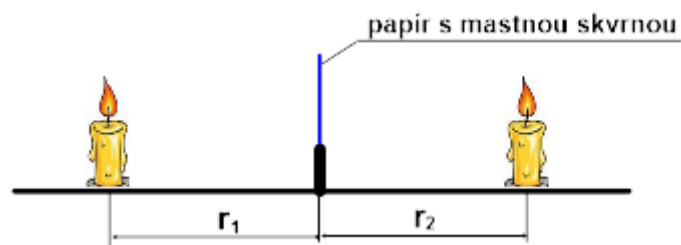


Schéma pokusu

## VYPRACOVÁNÍ:

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2}$$

Úprava rovnice a vyjádření svítivosti měřeného zdroje

$$I_2 = \frac{I_1}{r_1} r_2$$

$I_1$  - svítivost jedné svíčky v [cd]

$I_2$  - svítivost žárovky nebo jiného zdroje kterou zjišťujeme

$r_1$  - vzdálenost jedné svíčky od papírového stínidla

$r_2$  - vzdálenost měřeného zdroje od papírového stínidla

### Tabulka s hodnotami - žárovka

Číslo měření	$r_1$ [mm]	$r_2$ [mm]	$I$ [cd]	$\Delta I$ [cd]
1				
2				
3				
4				
5				
Součet abs.hodnot				
Aritmetický průměr				

$$I = ( \quad ) \text{ cd} \quad \delta I = \%$$

### Tabulka s hodnotami - LED dioda

Číslo měření	$r_1$ [mm]	$r_2$ [mm]	$I$ [cd]	$\Delta I$ [cd]
1				
2				
3				
4				
5				
Součet abs.hodnot				
Aritmetický průměr				

$$I = ( \quad ) \text{ cd} \quad \delta I = \%$$

## ZÁVĚR:

## SHRNUTÍ:

Na základě měření v laboratorní práci rozhodněte jaký zdroj světla je výhodnější pro osvětlení?

## SEZNAM ZDROJŮ:

[01] Fyzika pro gymnázia Optika Oldřich Lepil, Prometheus Praha 1993 ISBN 80-7196-237-6 205 s

[02] Fyzika J.Reichl.com- 535 fotometrické veličiny

## 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, 18 – 19 let
Anotace	Pracovní list určen do výuky žákům - podklad pro laboratorní cvičení z fyziky. Informace žák čerpá z vlastních poznámek, odborné literatury a internetu. Náplň: Přenos energie zářením