



Střední zdravotnická škola

Mostecká 1912
390 41 Tábor

www.szs-tabor.cz
+420 381 252 514



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

DIGITÁLNÍ UČEBNÍ MATERIÁL

Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0791
Tematická oblast	FYZIKA
Ročník	2. ročník
Jméno autora	Ing. Hynek Másílko
Název DUM	Světlo – úvod do fotometrie
Datum vytvoření	leden 2013
Datum ověření	4.2.2013
Označení DUM	VY_32_INOVACE_20.02
Anotace:	Žáci se seznámí s podstatou světla jako takového, i z hlediska elektromagnetického záření, získají základní informace o fotometrických veličinách a zdrojích světla

Podstata světla

Světlo je druh vlnění, ale současně je to proud částic **fotonů**, které mají hmotnou povahu.

V optice se zabýváme především **vlnovou podstatou světla**.

James Clerk Maxwell – zjistil, že světlo je elektromagnetické záření, jehož zdrojem jsou atomy látek.

Vlnová délka tohoto záření je v nanometrech – 10^{-9}m

Podstata světla

Záření vysílané světelným bodovým zdrojem přenáší do prostoru **zářivou energii**.

Z celkové zářivé energie se však pro zrakový vjem uplatňuje pouze část, přenášená **viditelným zářením - světlem**.

Ve fyzice tyto subjektivní pocity vyjadřujeme objektivními tzv. **fotometrickými veličinami**.

Věda, která se tímto zabývá se nazývá **fotometrie**.

Popis fotometrických jevů je komplikován i tím, že lidské oko vnímá záření různých frekvencí s různou citlivostí, nejcitlivější je na světlo žlutozelené barvy (555 nm).

Podstata světla

Rychlost světla ve vakuu

První úspěšné měření pozemskými prostředky provedl [Hippolyte Fizeau](#) v roce [1849](#).

Další měření bylo provedeno po přistání na Měsíci : po umístění zrcadla na jeho povrch se změřil čas, za který se odražený paprsek laseru vrátil zpět na Zemi.

Vzhledem k tomu, že **rychlost světla ve vakuu** je univerzální konstantou, jejíž velikost je určena hodnotou **$c = 299\,792\,458\text{ ms}^{-1}$** .

Podstata světla

Rychlost světla (nebo jiného elektromagnetického záření) ve vakuu je definována přesnou hodnotou

$$c = 299\,792\,458 \text{ metrů za sekundu}^{[1]}$$

$$c = 1\,079\,252\,848,8 \text{ km/h}).$$

Je to největší zatím známá rychlost.

Podstata světla

Světelný rok

Má značku jednotky **ly**, z angl. *light year*) je jednotka vzdálenosti, používaná hlavně v astronomii.

Jeden světelný rok je vzdálenost, kterou světlo ve vakuu urazí za jeden juliánský rok.

Ze známé rychlosti světla c lze spočítat, že

$$1 \text{ ly} = 9\,460\,730\,472\,580\,800 \text{ m} \approx 9,46 \times 10^{15} \text{ m} .$$

Podstata světla

750 700 650 600 550 500 450 400 350

**Světlo je elektromagnetické vlnění,
které má ve vakuu vlnovou délku
od 390 nm do 770 nm.**

Fotometrie

Lidské oko vnímá záření různých frekvencí s různou citlivostí, nejcitlivější je na světlo žlutozelené barvy (555 nm).

Některé jednotky používané ve fotometrii

svítivost zdroje
světelný tok
světelnou energii
osvětlení.

Svítivost I (cd)

Svítivost udává prostorovou hustotu světelného toku zdroje v různých směrech. Svítivost lze určit pouze pro bodový zdroj, tj. pro zdroj, jehož rozměry jsou zanedbatelné v porovnání se vzdáleností zdroje od kontrolního **bodu**.

Značí se I

Jednotkou svítivosti je **kandela**, značka cd (z lat. *candela* – svíčka), kterou známe jako základní jednotku SI.

Svítivost přibližně 1 cd má vánoční svíčka, žárovka s příkonem 100 W asi 140 cd, Slunce asi $20 \cdot 10^{27}$ cd.



Osvětlení E (lx)

- **Intenzita osvětlení** (též **osvětlenost**^[1], **osvětlivost**) je fotometrická veličina definovaná jako světelný tok dopadající na jednotku plochy. Je tedy podílem světelného toku (v lumenech) a plochy (v metrech čtverečních).
- Značí se **E**.
- Její jednotkou je lux (lx).
- Osvětlená plocha má osvětlení 1 lux, jestliže na ni dopadá světlo ze zdroje se svítivostí 1 cd, umístěného ve vzdálenosti 1 metru kolmo od ní

Osvětlení E (lx)

- Osvětlení je tedy nepřímo úměrné čtverci vzdálenosti a je tím slabší, čím šikměji paprsky dopadají.
- Jednotkou osvětlení je lux (lx), což je osvětlení způsobené světelným tokem 1 lm dopadajícím na plochu 1 m².
- běžná hodnota osvětlení ve **vnitřních prostorech** se pohybuje v rozmezí 100–2000 lx
- ve **slunečný letní den** na volném prostranství lze naměřit hodnoty větší než 70 000 lx (v zeměpisné šířce ČR).

Osvětlení E (lx)

- Jasná měsíční noc při úplňku představuje osvětlenost do 0,5 lx.
- Lidský zrak je natolik adaptabilní, že dokáže vnímat určité světelné podněty ještě při hladině 10^{-9} lx, samozřejmě bez možnosti rozlišovat jakékoliv předměty
- člověk je schopen číst výrazný text při osvětlení zhruba 10^{-8} lx (pochopitelně za cenu výrazného nepohodlí).

Světelný tok $\Phi(lm)$

- **Světelný tok** vyjadřuje množství světelné energie, kterou přenese záření nebo zdroj vyzáří za časovou jednotku s přihlédnutím k citlivosti průměrného lidského oka na různé vlnové délky světla.
- Světelný tok je tedy fotometrická veličina charakterizující světelný výkon záření či jeho zdroje.
- Symbol veličiny: Φ
- Jednotka: lumen, značka jednotky: *lm*

Světelné zdroje

- **vlastní** - Za vlastní zdroje označujeme taková tělesa nebo látky, v jejichž struktuře dochází ke vzniku světla. Za vlastní zdroj světla tedy můžeme považovat např. Slunce, žárovku, plamen atd.
- **nevlastní** - Látky, které samy světlo nevytvářejí, ale pouze odráží a rozptylují dopadající světlo, se označují jako nevlastní zdroje. Mezi nevlastní zdroje lze zařadit např. Měsíc, mraky, všechny osvětlené předměty apod. Tyto zdroje lze dále rozlišovat jako:
 - reflektory - odražeče, neprůhledné, pro dané záření
 - refraktory - "ohýbače" / "lamače", číré,
 - stínítka / matnice, poloprůhledné difuzéry.

Světelné zdroje

- **Přírodní zdroje**
- K přírodním zdrojům patří například:
- **Kosmická tělesa**
 - Primární zdroje - Slunce, hvězdy: Skutečně světlo vytvářejí.
 - Sekundární zdroje - Měsíc: Pouze odráží světlo z jiných zdrojů, samy nesvítí.
- **Chemické reakce - oheň**

Světelné zdroje

- **Biologické zdroje**
 - Primární zdroje - [luminiscence](#): světlušky, různí mořští živočichové, houby
 - Sekundární zdroje - odrazy [očí](#) viditelné ve tmě nebo při záblesku: [efekt červených očí](#) nebo [iridescence](#) i obecně
- **Elektrické výboje** - [elektrický proud v plynech](#) (oblouk, výboj, [blesk](#))
- **Tektonické jevy** - žhnoucí [láva](#)

Světelné zdroje

- **Umělé zdroje**
- rozeznáváme zdroje na principu teplotního záření (např. [žárovky](#))
- záření elektrického výboje v plynech a parách kovů (zářivky, [výbojky](#))
- luminiscence (např. [svítivé diody](#)).
- **hlavní parametry:**
- životnost světelného zdroje (udávaný v hodinách)
- hodnota [světelného toku](#) a jeho spektrální složení
- [Svítivost](#) a její prostorové rozložení

Světelné zdroje

- hlavní parametry:
- Jas
- teplota chromatičnosti T_c a index podání barev R_a .
- Příkon
- Napětí
- Proud
- Měrný výkon, což je podíl vyzařovaného světelného toku a příkonu (vyjadřuje se tedy v lm/W).
- Měrný výkon charakterizuje efektivnost přeměny energie elektrické na světelnou.

Měření osvětlení

- K měření osvětlení se používá **luxmetr**, v němž je zabudováno čidlo (např. fotorezistor), kterým se osvětlení převádí na elektrický proud a na stupnici měřidla čteme hodnotu osvětlení přímo v luxech.
- Často je čidlo zabudováno do optických přístrojů (fotoaparátů nebo videokamer) vybavených automatikou,

Měření osvětlení

- Přístroj HT-309 je přesný digitální luxmeter
- především pro měření intenzity osvětlení jak bílého světla tak i zdrojů LED nejrůznějších barev, intenzitu vyhodnocuje v luxech (lx) nebo footcandlech (Fc).



Použité zdroje

- Obrázky
- <http://www.dobre-svetlo.cz/barvy.php>
- <http://pro-zivot.pise.cz/2-svicka-za-nenarozene-deti.html>
- <http://obchod.eximus.cz/luxmetry/luxmetr-ht309-12623i>
- Zdroje
- <http://cs.wikipedia.org/>
- Fyzika pro střední školy II, Oldřich Lepil, Prometheus Praha