Paprsková optika

*Světlo jako elektromagnetické vlnění*

*Šíření světla, Odraz a lom světla*

*Disperze světla*

Světlo jako elektromagnetické vlnění

**James Clerk Maxwell** (1831 – 1879)

* anglický fyzik
* autorem teorie, podle níž elektro-magnetické vlnění vzniká při kmitání elektronů

elektrony v atomech mění svoji energii a ta je z atomu vyzařována v podobě elektromagnetického vlnění = světla

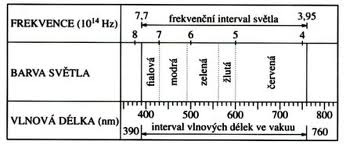


* světlo je charakterizováno vlnovou délkou
* vidění je fyziologický proces, který v lidském oku vyvolává elektromagnetické vlnění o frekvencích f = (7,7 – 3,8) .1014 Hz
* tomu odpovídají vlnové délky světla ve vakuu λ = (390 - 790) nm

nejkratší - fialová barva

nejdelší - červená barva

Vztah barvy světla a frekvence světelného vlnění:



c = rychlost světla ve vakuu



* přesná hodnota:



* přibližná hodnota:
* rychlost světla ve vakuu = největší rychlost, kterou mohou hmotné objekty dosáhnout

Šíření světla

Světlo se šíří optickým prostředím, které může být:

a) průhledné – nedochází k rozptylu světla

- čirá (voda, bezbarvé sklo) + barevná

b) průsvitné – světlo prostředím prochází, ale zčásti se v něm rozptyluje

c) neprůhledné – světlo se v něm silně pohlcuje nebo se na rozhraní s daným prostředím jen odráží

Má-li optické prostředí v celém objemu stejné optické vlastnosti = prostředí opticky homogenní (stejnorodé).

Prostředí:

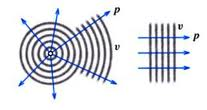
a) opticky izotropní – rychlost světla je ve všech směrech stejná

b) opticky anizotropní – rychlost světla závisí na směru šíření světelného vlnění

Pro šíření světla platí **Huygensův princip**:

* z bodového zdroje světla se světlo šíří v kulových vlnoplochách
* směr šíření světla v homogenním optickém prostředí udávají přímky kolmé na vlnoplochu = světelné paprsky
* ve stejnorodém optickém prostředí se světlo šíří přímočaře
* princip nezávislosti chodu světelných paprsků

Vlnoplochy světelného vlnění



* na přímočarém šíření světla a nezávislosti chodu světelných paprsků je založena paprsková optika

Odraz a lom světla

Při dopadu světla na rozhraní dvou optických prostředí se dopadající paprsky odrážejí a lámou.

a) Zákon odrazu



*Velikost úhlu odrazu α´ se rovná velikosti úhlu dopadu α:*

Odražený paprsek leží v rovině dopadu.

Úhel odrazu nezávisí na frekvenci světla.

b) Zákon lomu



Platí:

Podíl rychlostí světla *v1, v2* v obou prostředích je pro daná prostředí konstantní = index lomu n.



Označíme: *v1 = c*

*v2 = v*

absolutní index lomu

* pro vakuum (vzduch): n = 1
* pro další prostředí: n > 1
* index lomu není pro světla všech barev konstantní a závisí na frekvenci světla = disperze světla

Pro světlo šířící se rychlostí v1 z optického prostředí o indexu lomu n1 do prostředí s indexem n2 , kde má rychlost v2 platí:



Rozdělení prostředí podle indexu lomu:

1. opticky řidší – větší rychlost světla, menší index lomu
2. opticky hustší – menší rychlost světla, větší index lomu



Snellův zákon lomu světla:

Příklady lomu světla:

1. lom ke kolmici – přechod světla z prostředí opticky řidšího do prostředí opticky hustšího



1. lom od kolmice - přechod světla z prostředí opticky hustšího do prostředí opticky řidšího

sklo → vzduch



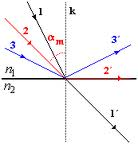
1. úplný (totální) odraz světla- zvláštní případ lomu od kolmice

* při tzv. mezním úhlu dopadu αm dosáhne úhel lomu největší možné hodnoty β = 90°

- úhel αm je největší úhel, při kterém nastává ještě lom světla



Platí:



- měření mezního úhlu umožňuje určit index lomu látky, kterou světlo prochází

- přístroje pro měření indexu lomu = refraktometry



Je-li nedochází k lomu světla, ale k odrazu = úplný odraz

Příklad:

Světlo dopadá na rozhraní skla a vzduchu pod úhlem 45°. Nastane úplný odraz světla? Index lomu skla je 1,5.

Odrazný hranol:

* součástí řady přístrojů – triedru, mikroskopů, hledáčků kamer
* světlo dopadá na vnější povrch hranolu kolmo, na vnitřní stěnu pod úhlem 45° nastává úplný odraz světla

Disperze světla

Disperze světla = rozklad

* bílé světlo se při lomu rozloží na barevné složky = důsledek závislosti rychlosti světla v látkách na frekvenci světla
* rychlost světla s rostoucí frekvencí se zmenšuje = normální disperze
* vlivem disperze se nejvíce láme paprsek světla fialového a nejméně červeného
* bílé světlo je světlo složené z jednoduchých světel (monofrekvenčních)

Optický hranol:

K rozkladu světla lomem hranolové spektrum:

Červená (nejmenší n)

Oranžová

Žlutá

Zelená

Modrá

Fialová (největší n)

Cvičení

Odraz a lom světla

1. Urči, pod jakým úhlem se odráží paprsek, který se při dopadu na sklo láme pod úhlem 40°. (n skla=1,5; n vzduch=1)
2. Urči index lomu glycerolu, jestliže paprsek přecházející z vody do glycerolu má úhel dopadu 40° a úhel lomu 35°.
3. Urči mezní úhel světelného paprsku dopadajícího na rozhraní vzduchu a vody (n vody=1,33).
4. Světelný paprsek dopadá ze skla na rovinné rozhraní skla a vzduchu postupně pod úhly dopadů 15°, 35°, 41° a 45°. Nakresli na základě výpočtu pro všechny dané úhly dopadu další chod paprsku. (n skla=1,51)

Výsledky:

1) 74,6°

2) 1,49

3) 48,6

4) 23°, 60°, 90°, úplný odraz