

22) Optická zobrazení lomem světla

LOM SVĚTLA (= REFRAKCE)

- Paprsek dopadá na rozhraní 2 (optických) prostředí
- Paprsek vždy zůstává v rovině dopadu
- Úhel dopadu: α
- Úhel lomu: β

INDEX LOMU (n)

- Bezrozměrná veličina
- Popisuje šíření elektromagnetického záření v látkách
- **Absolutní** – pro 1 prostředí → vztaženo k vakuu
- **Relativní** – pro danou dvojici prostředí → poměr jejich absolutních indexů lomu (nebo rychlostí světla)

$$n = \frac{n_2}{n_1} \quad n = \frac{v_1}{v_2} \quad n = \frac{c}{v} \quad n = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$$

SNELLŮV ZÁKON

- Zákon lomu
- Popisuje pohyb světla na rozhraní 2 prostředí
- Prostředí opticky řidší = prostředí s menším indexem lomu
- Prostředí opticky hustší = prostředí s větším indexem lomu (nižší rychlost šíření světla)
- **Z hustšího do řidšího: lom od kolmice ($\beta > \alpha$)**
- **Z řidšího do hustšího: lom ke kolmici ($\beta < \alpha$)**

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

MEZNÍ ÚHEL

- Uvažujme průchod světla z prostředí opticky hustšího do prostředí opticky řidšího ($n_1 > n_2$)
- Při mezním úhlu dopadu bude $\beta = 90^\circ$
 $\beta = 90^\circ \rightarrow \sin \beta = 1 \rightarrow \sin \alpha_m$
- To je maximální úhel, při němž ještě nastává lom světla
- Při větších úhlech dopadu lom světla nenastává a světlo se úplně odráží

OČKY

- Spojky a rozptylky

- Pro výpočty – **tenké čočky** – jejich tloušťka zanedbatelná vůči poloměru křivosti optických ploch
- Zobrazují pomocí dvojího lomu světla
- Mají větší index lomu než okolní prostředí ($n_c > n$)

S – střed kulové plochy

a – předmětová vzdálenost $|AV|$,

o – optická osa zrcadla

a' – obrazová vzdálenost $|A'V|$

V – vrchol zrcadla

y – velikost předmětu

r – poloměr křivosti $|SV|$

y' – velikost obrazu

F – ohnisko $|SF| = |VF|$

f – ohnisková vzdálenost $f = |FV| = \frac{r}{2}$

KONSTRUKCE OBRAZU – SPOJKY

- 3 významné paprsky:
 - Rovnoběžný paprsek se láme do ohniska F'
 - Paprsek procházející optickým středem čočky se neláme
 - Paprsek procházející ohniskem F je rovnoběžný po lomu čočky

KONSTRUKCE OBRAZU – ROZPTYLKY

- 3 významné paprsky:
 - Rovnoběžný paprsek se láme do neznáma -> po protažení na druhou stranu prochází ohniskem F'
 - Paprsek mířící do ohniska F je rovnoběžný po lomu čočky
 - Paprsek procházející optickým středem čočky se neláme

VÝPOČTY

- Zobrazovací rovnice a zvětšení stejné jako u zrcadel

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'}$$

$$Z = \frac{y'}{y} = -\frac{a'}{a} = \frac{a' - f}{f} = -\frac{f}{a - f}$$

- Optická mohutnost ϕ

$$[\phi] = D \text{ (dioptrie)} = m^{-1}$$

- $\phi > 0$ – spojky, $\phi < 0$ – rozptylky
- Výpočet ohniskové vzdálenosti f :

$$\phi = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

n_2
 n_1
 r_1, r_2

index lomu čočky
index lomu okolního prostředí
poloměry křivosti čočky

DISPERZE SVĚTLA

- Bílé světlo se při lomu rozkládá na barevné složky
- Index lomu je závislý na barvě (frekvenci) světla, proto se světlo různých barev láme jinak
- Fialové světlo se láme nejvíce (menší vlnová délka), červené se láme nejméně (větší vlnová délka)
- Větší vlnová délka → nižší index lomu

OPTICKÝ HRANOL

- 2 lomy
- Intenzivnější efektu
- Barevné (hranolové) spektrum

DUHA

= Rozklad světla na kapkách vody

Kapka = nedokonalý optický hranol

- Primární duha
 - 1 odraz v kapce
- Sekundární duha
 - 2 odrazy v kapce
 - Méně intenzivní, širší, převrácená
- Čím větší kapky, tím intenzivnější duha

VYUŽITÍ

- **Subjektivní optické přístroje**
 - Vytvářejí obraz, který pozorujeme okem (subjektivně) pod zvětšeným zorným úhlem
 - **Lupa**
 - Zvětšuje zorný úhel při pozorování drobných předmětů
 - zorný úhel = úhel, který svírají paprsky jdoucí od okrajů předmětu do oka*
 - Předmět mezi lupou a jejím ohniskem: zdánlivý, zvětšený, přímý obraz
 - **Mikroskop**
 - 2 spojené čočky
 - 1. spojka = **objektiv** (malá ohnisková vzdálenost, blíže objektu)
 - Vytvoří skutečný, převrácený a zvětšený obraz
 - 2. spojka = **okulár** (větší ohnisková vzdálenost, blízko oka)
 - Pozorujeme jako lupou
 - Získáme zdánlivý, vzpřímený, zvětšený obraz
 - Celkově vzniká zdánlivý, převrácený, zvětšený obraz
 - Zvětšení až 1000x
 - **Keplerův dalekohled**
 - Soustava dvou spojných čoček
 - Objektiv – spojka s velkou ohniskovou vzdáleností (f_1)

- Okulár – spojka s malou ohniskovou vzdáleností (f_2)
 - Obraz vzniká v ohnisku F'_1 objektivu
 - Pozorujeme ho okulárem pod zvětšeným zorným úhlem
 - Vzniká zdánlivý, převrácený, zmenšený obraz
- **Objektivní optické přístroje**
 - Slouží k zaznamenání obrazu
 - Fotoaparáty, kamery...
- **Optické kabely**
 - Dochází k úplným odrazům světla
 - Vysoká rychlost šíření
 - Elmag. záření se v jádře neustále odráží od obalu, a proto nedochází ke ztrátě informací
 - $\alpha > \alpha_m$