

# Odraz světla

Při dopadu na rozhraní dvou prostředí s odlišnými optickými vlastnostmi se dopadající světlo **částečně odráží** a **částečně rozhraním prochází** (říkáme, že se světlo láme). Těmto optickým jevům říkáme **odraz** a lom světla.

## Lom a odraz světla

Odraz (reflexe) a lom (refrakce) světla jsou optické jevy, které nastávají na rozhraní dvou opticky různých prostředí, ve kterých se světlo šíří rozdílnou fázovou rychlostí. U těchto jevů popisujeme : **úhel dopadu** světla ( $\alpha$ ) = pod jakým úhlem světlo na rozhraní dopadá, **úhel dopadu**

( $\alpha'$ ) a **úhel lomu** ( $\beta$ ). Dále popisujeme kolmici dopadu (normálu), což je kolmá přímka na optické rozhraní v bodě, kam dopadá paprsek.

**Úhel odrazu** je dle zákona odrazu vždy **roven úhlu dopadu** a odražený paprsek leží v rovině, která je určena normálou a dopadajícím paprskem.

## Index lomu

Každé prostředí je charakterizováno indexem lomu ( $n$ ). Rozlišujeme **absolutní** a **relativní** index lomu.

**Absolutní** index lomu určuje kolikrát se světlo šíří pomaleji v daném prostředí než ve vakuu ( $n = c/v$ ). Z definice nám vyplývá, že index lomu vakua je 1 a všechna ostatní prostředí mají index lomu větší ( $n > 1$ ).

**Relativní** ( $n_{12}$ ) index lomu je definován jako poměr rychlostí šíření světla ve dvou opticky rozdílných prostředích  $v_1$  a  $v_2$ :

$$n_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

Příklady indexu lomu:

| Látka                  | Index lomu |
|------------------------|------------|
| vakuum                 | 1          |
| vzduch (normální tlak) | 1,00026    |
| led                    | 1,31       |
| voda                   | 1,33       |
| etanol                 | 1,36       |
| glycerol               | 1,473      |
| sklo                   | 1,5–1,9    |
| sůl                    | 1,52       |
| safír                  | 1,77       |
| diamant                | 2,42       |

Na rozhraní dvou prostředí rozlišujeme **opticky hustší** ( $n_2$ ) a **řidší** ( $n_1$ ) prostředí. Na základě tohoto rozlišení určujeme lom ke kolmici a lom od kolmice.

## Snellův zákon (zákon o lomu světla)

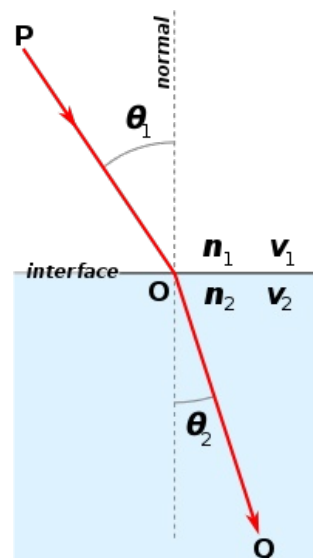
Snellův zákon patří k základním zákonům popisujícím šíření vlnění, které přechází (tzv. lomem) přes rozhraní z jednoho prostředí do jiného s rozdílným indexem lomu. Např. voda – vzduch, sklo – vzduch.

Nese jméno jednoho z objevitelů, nizozemského matematika **W. van Snella**.

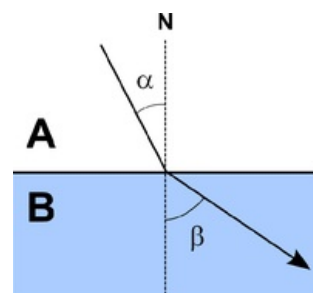
Poměr sinů úhlu dopadu ( $\alpha$ ) a úhlu lomu ( $\beta$ ) se rovná poměru rychlostí v daném prostředí a převrácenému poměru indexů lomu. Podle tohoto zákona rozlišujeme lom od kolmice a lom ke kolmici.

$$\sin \alpha / \sin \beta = v_1 / v_2 = n_2 / n_1$$

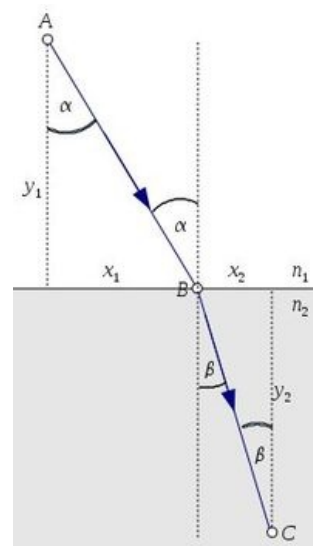
**Lom ke kolmici** nastává v případě, že se paprsek šíří z opticky řidšího prostředí do prostředí opticky hustšího ( $\alpha > \beta$ ).



Lom ke kolmici



Lom od kolmice



Zákon lomu světla – Fermatův princip

**Lom od kolmice** nastává v případě, že se paprsek šíří z opticky hustšího prostředí do prostředí opticky řidšího ( $\alpha < \beta$ ).

Lom a odraz světla se doprovázejí. Speciální případ nastává, když je úhel lomu roven  $90^\circ$ . Takový úhel dopadu se nazývá **mezní úhel** ( $\alpha_m$ ). Je-li úhel dopadu větší než mezní úhel, nastává tzv. **totální reflexe**. Dochází k ní pouze v přechodu mezi opticky hustším a opticky řidším prostředím a ne naopak.

Dalším odrazovým úhlem je **Brewsterův (polarizační) úhel**. Paprsek odražený pod tímto úhlem je polarizován.

$$\operatorname{tg} \alpha_B = n_{12} = n_2/n_1$$

## Odvození Snellova zákona

Snellův zákon odvodíme z Fermatova principu.

Znění Fermatova principu: **Světlo se v prostoru šíří z jednoho bodu do druhého po takové dráze, aby doba potřebná k uražení této dráhy nabývala extrémní hodnotu.**

V drtivé většině je extrém minimum a toho se při odvození využívá.

Dráhu, kterou urazí světlo z bodu A do bodu B a z bodu B do bodu C, vypočítáme jako úhlopříčky čtyřúhelníků:

$$s = s_1 + s_2 = \sqrt{y_1^2 + x_1^2} + \sqrt{y_2^2 + x_2^2}$$

$$\text{Čas, za jaký světlo dráhu urazí: } t = t_1 + t_2 = s_1/v_1 + s_2/v_2 = \sqrt{y_1^2 + x_1^2} / v_1 + \sqrt{y_2^2 + x_2^2} / v_2$$

Nyní se vypočítá minimum funkce celkového času. Derivujeme funkci  $t(x_1)$  podle proměnné  $x_1$  a výsledek první derivace položíme rovno nule.

$$1/v_1 \times x_1 / \sqrt{y_1^2 + x_1^2}$$

$$- 1/v_2 \times x_2 / \sqrt{y_2^2 + x_2^2} / v_2 = 0$$

Z obrázku si můžeme vyvodit, že sinus úhlu v pravoúhlém trojúhelníku je roven poměru protilehlé strany ku přeponě.

$$\sin \alpha = x_1 / \sqrt{y_1^2 + x_1^2}$$

$$\sin \beta = x_2 / \sqrt{y_2^2 + x_2^2}$$

Jak vidíme, můžeme do rovnice dosadit jak  $\sin \alpha$  tak i  $\sin \beta$  a po úpravě dostaneme výraz:

$$1/v_1 \times \sin \alpha - 1/v_2 \times \sin \beta = 0$$

Po úpravě dostaneme **Snellův zákon lomu**:

$$\sin \alpha / \sin \beta = v_1 / v_2$$

## Odkazy

### Související články

- Viditelné světlo
- Lom světla
- Snellův zákon
- Index lomu světla

### Použitá literatura

- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et al. *Medicínská biofyzika*. 4. vydání. 2005. ISBN 978-80-247-1152-2.
- KOLEKTIV AUTORŮ,, et al. *Odmaturuj! z fyziky*. 2. vydání. 2006. ISBN 80-7358-058-6.