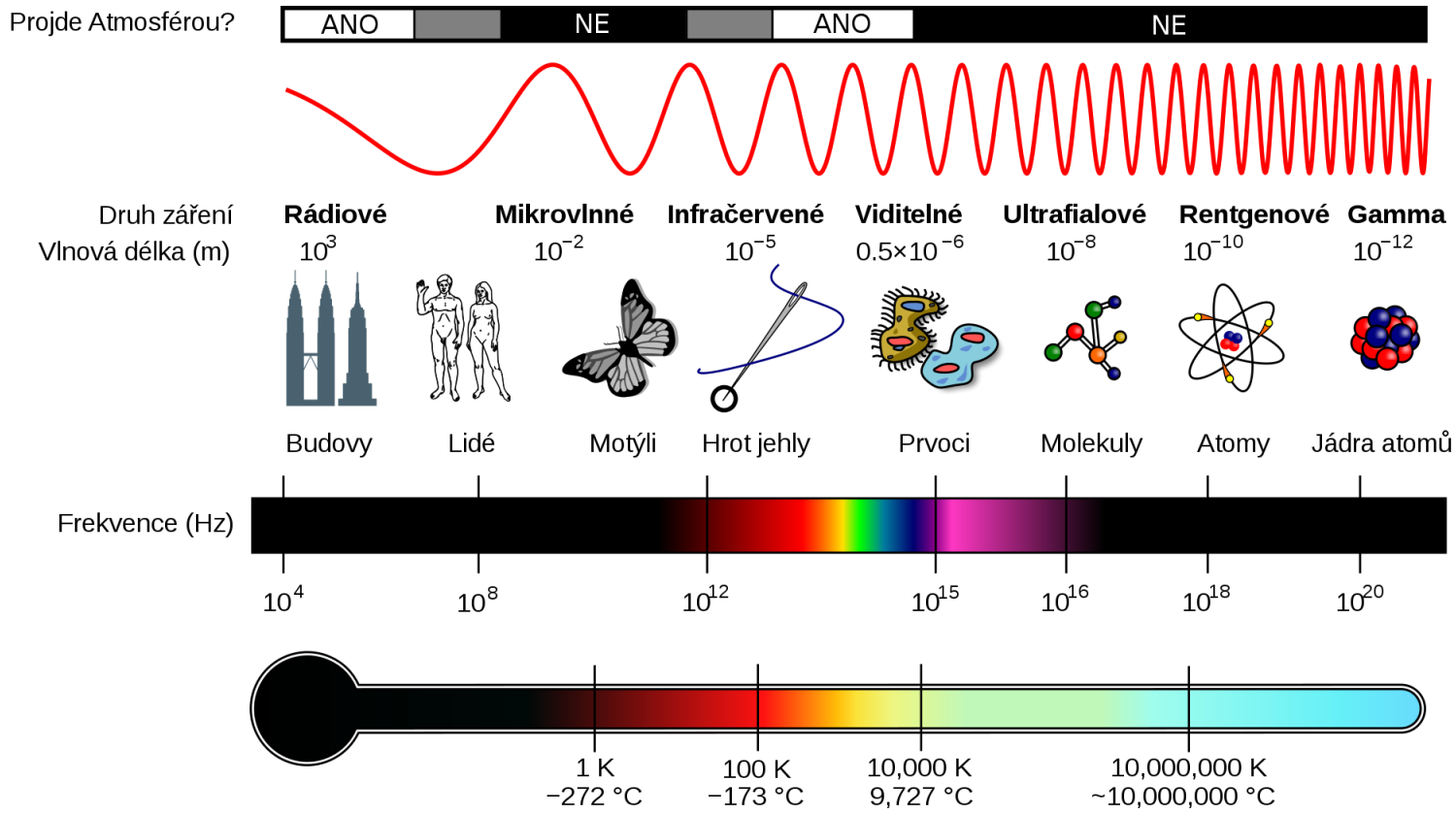
GSI SLV
SVV Praha

Fyzikální zákony a vzorce pro VT

Ing. Robert Pikala

SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz

1. Definice optického záření
Jedná se o elektromagnetické vlnění, nositelem záření je foton



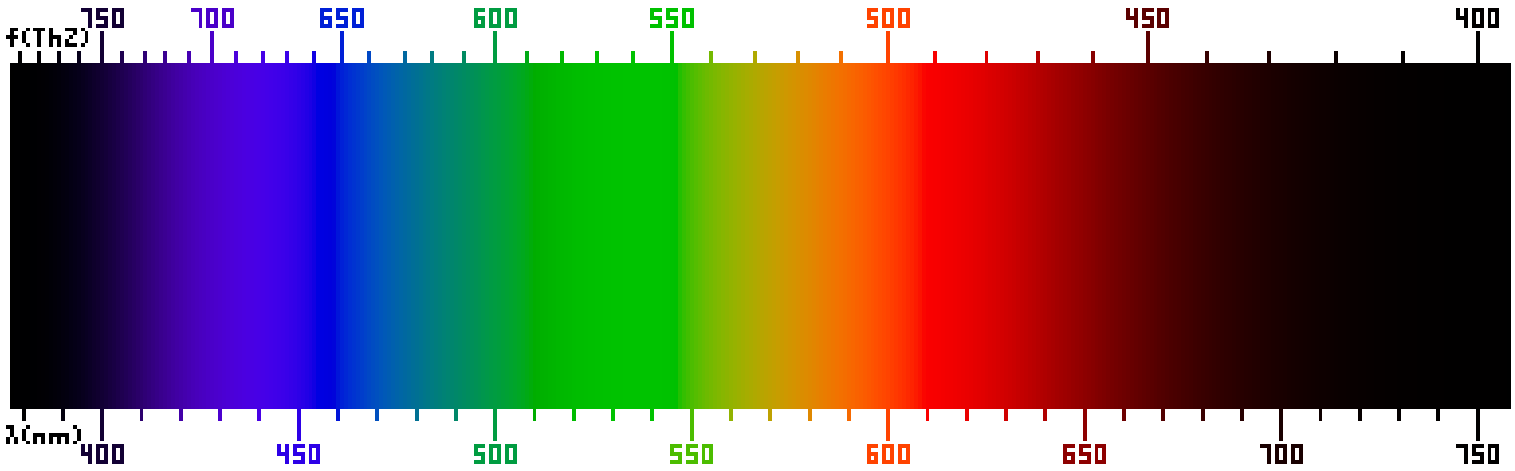
SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz

Viditelné frekvence světla vidíme jako barvy, od červeného světla s nejnižší frekvencí a nejdelší vlnovou délkou po fialové s nejvyšší frekvencí a nejkratší vlnovou dé

Optické záření: část elektromagnetického záření s vlnovou délkou l = 100nm až 1mm.

Viditelné záření: část optického záření s vlnovou délkou 390 (380) nm až 790 (760, 780) nm – u každého člověka může být vnímání jiné.

Viditelné frekvence světla vidíme jako barvy, od červeného světla s nejnižší frekvencí a nejdelší vlnovou délkou po fialové s nejvyšší frekvencí a nejkratší vlnovou délkou



SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz

Hned vedle viditelného světla se nachází *ultrafialové* (UV), směrem do kratších vlnových délek, a *infračervené záření* (IR), směrem do delších délek. Přestože lidé nevidí IR, mohou blízké IR cítit jako teplo svými receptory v pokožce. Ultrafialové světlo se zase na člověku projeví zvýšením pigmentace pokožky, známým opálením.

2. Šíření světla

Materiál	reflexní faktor f_R	absorpční faktor f_A	faktor propustnosti f_T
Okenní sklo	0,1	0,1	0,8
Kov, matný	0,6	0,4	0,0
Kov, lesklý	0,7	0,3	0,0
Zrcadlo	0,9	0,1	0,0

Faktory reflexe, absorpce a transmise

SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz

$$I_{celk} = I_R + I_A + I_T = I\,(f_R + f_A + f_T)$$
$$\text{přičemž} \qquad f_R + f_A + f_T = 1$$

I_{celk} = celková intenzita (Cd)
I_R = odražený podíl intenzity (Cd)
I_A = absorbovaný podíl intenzity (Cd)
I_T = propuštěný podíl intenzity
f_R = faktor reflexe
f_A = faktor absorpce
f_T = faktor propustnosti

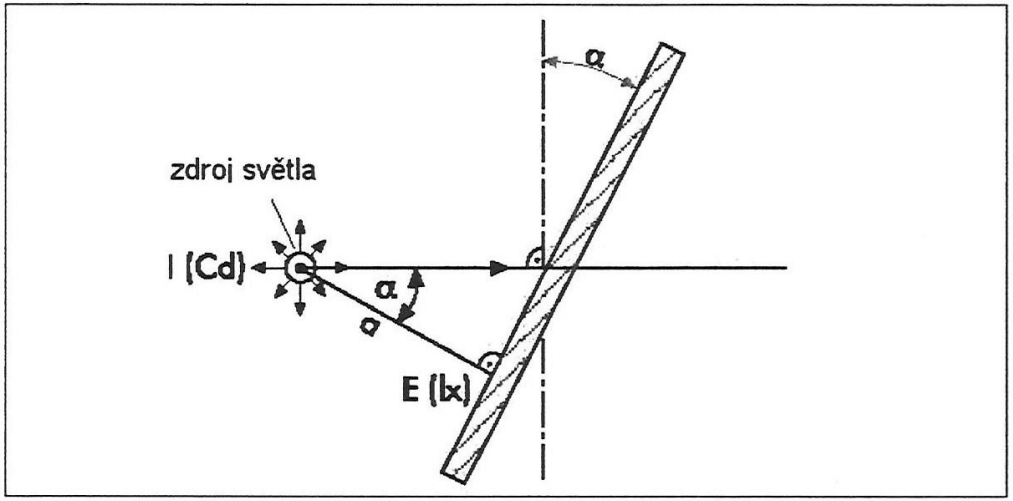
3. Měřené veličiny, zkratky, jednotky

Označení	Zkr.	Jednotka	Vysvětlení
Svítivost	I	Cd	„Výkon“ lampy (svítivost)
Osvětlení	E	lx	$E = I \cdot \cos\alpha / a^2$ Osvětlení (pasivní), vznikající na ploše osvětlované určitým zářením pod určitým úhlem a v určité vzdálenosti od plochy
Hustota světelného toku	L	Cd/m^2	$L = 0{,}3 \cdot f_R \cdot E$ Hustota světelného toku povrchu (aktivní), se kterou se povrch při daném reflexním faktoru jeví oku pozorovatele
Vzdálenost	a	m	Vzdálenost zdroje světla od objektu
Úhel	α	°	Úhel, pod kterým je plocha pozorování odkloněna od kolmice
Reflexní faktor	f_R	nemá rozměr	Reflexní faktor pozorovaného povrchu

4. Zákon osvitu

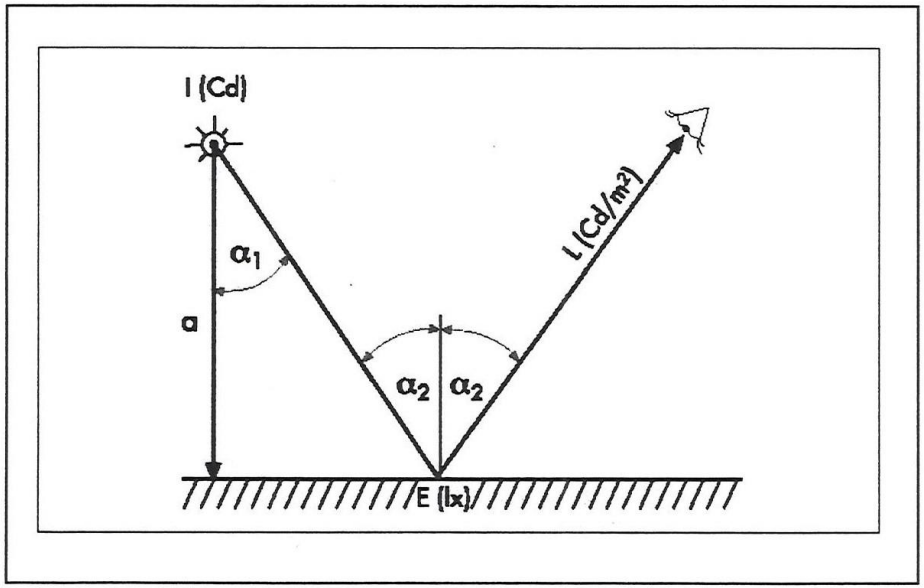
$$E = \frac{I \cdot \cos\alpha}{a^2}$$

E = intenzita osvětlení (lx)
I = svítivost zdroje světla (Cd) = intenzita světla
α = úhel, pod kterým světlo dopadá na osvětlovanou plochu (°)
a = vzdálenost zdroje světla k osvětlované ploše (m)



SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz

5. Lambertsův zákon



***Obr**:Souvislost mezi svítivostí I, osvětlením E a hustotou světelného toku L*

Při známém faktoru reflexe f_R a známém osvětlení se hustota světelného toku spočítá:

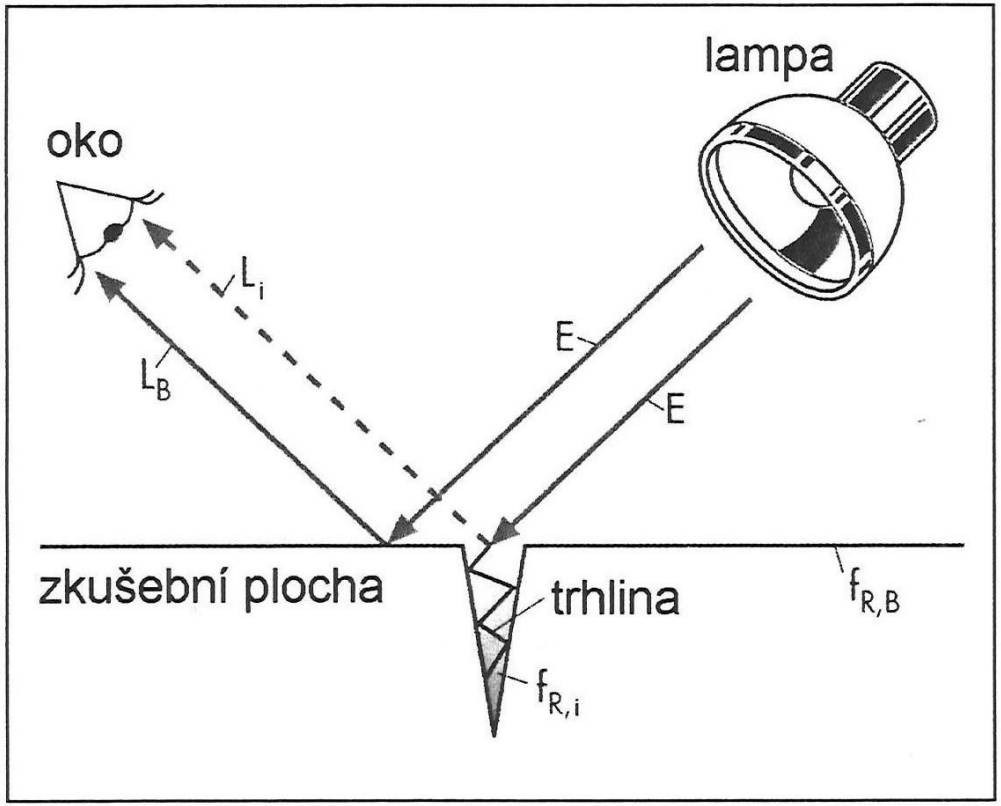
$$L = 0{,}3 \cdot f_R \cdot E$$

L = hustota světelného toku (Cd/m^2)
f_R = faktor reflexe
E = intenzita osvětlení (lx)

Pozn.: Hustota světelného toku vstupující do oka či jiného snímače.

SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz

6. Reflexní kontrast



Obr.: *Kontrast hustoty světelného toku*

$L_U = 0{,}3 \times f_{R,U} \times E$
$L_B = 0{,}3 \times f_{R,B} \times E$ a
$dL = 0{,}3 \times (f_{R,B} - f_{R,U})$ pak lze kontrastní poměr vyjádřit následovně (viz další list):

SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz

7. Kontrastní poměry

$$C = \frac{L_B - L_U}{L_B} = \frac{\Delta L}{L_B}$$

C = kontrastní poměr
L_B = jas pozadí
L_U = jas nepravidelnosti
ΔL = L_B - L_U

Protože však $L_U = 0{,}3 \cdot f_{R,U} \cdot E$;
$L_B = 0{,}3 \cdot f_{R,B} \cdot E$, a
$\Delta L = 0{,}3 \cdot (f_{R,B} - f_{R,U})$ lze kontrastní poměr vyjádřit následovně:

$$C = 1 - \frac{f_{R,U}}{f_{R,B}}$$

C = kontrastní poměr
$f_{R,U}$ = reflexní schopnost nepravidelnosti
$f_{R,B}$ = reflexní schopnost pozadí

Kontrastní poměr by měl být při **detailním zkoušení** $C \geq 0{,}3$ a při **přehledovém zkoušení** $C \geq 0{,}05$.

SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz

8. Zákon lomu

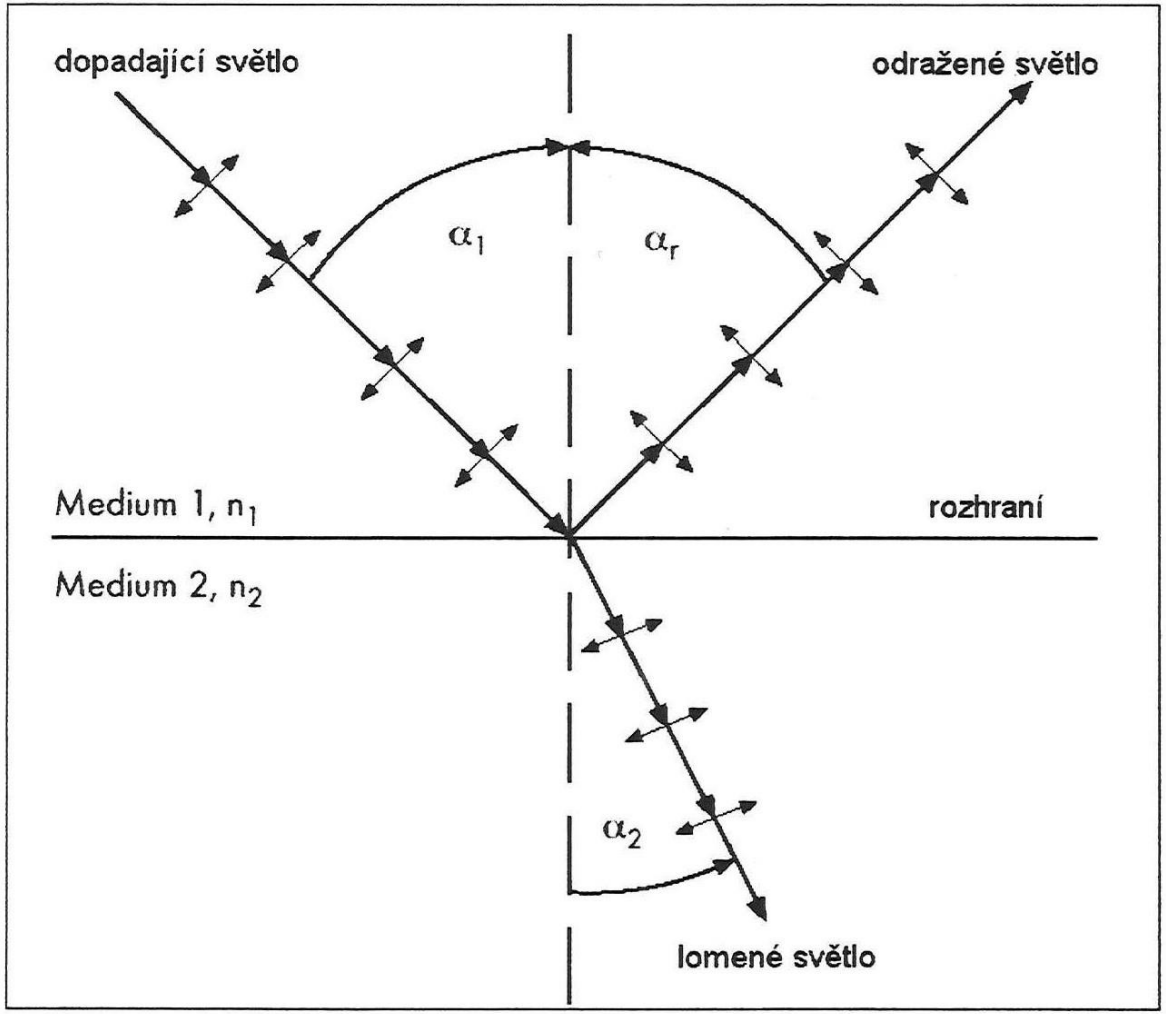
$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{c_1}{c_2}$$

α_1 = úhel dopadu nebo odrazu
α_2 = úhel lomu
n_1 = index lomu média 1
n_2 = index lomu média 2
c_1 = rychlost světla v médiu 1
c_2 = rychlost světla v médiu 2

Úhly α_1 a α_2 se měří ke kolmici k povrchu, tedy k normále. Dopadá-li paprsek z prostředí opticky řidšího do prostředí opticky hustšího, láme se ke kolmici a obráceně

Viz obrázek na dalším listu.

SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz



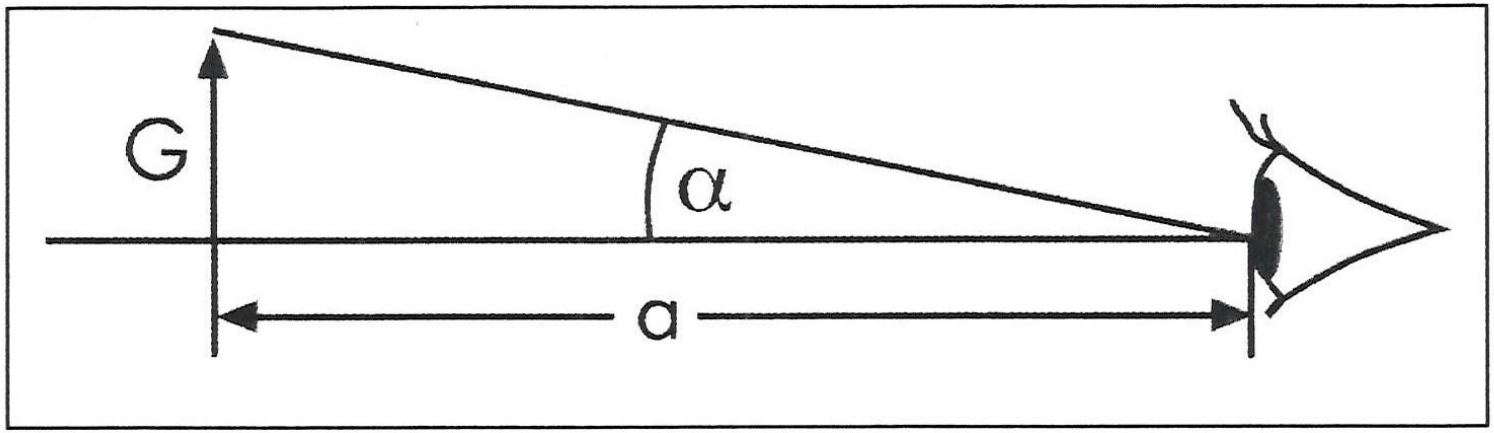
Obr.: *Zákon lomu*

Substance	Index lomu n
Pevné látky	
Diamant (C)	2,417
Led (H2O)	1,309
Kazivec (CaF2	1,434
Kuch. sůl (NaCl)	1,544
Křemen (SiO2)	1,544
Zirkon (ZrSiO4)	1,923
Skla (typické hodnoty)	
Borátové flintové sklo	1,565
Křemenné sklo	1,458
Silikátové flintové sklo	1,612
Silikátové korunové sklo	1,503
Kapaliny při 20 °C	
Benzol	1,501
Etanol (C2H5OH)	1,36
Glycerín	1,473
Lněný olej	1,486
Metanol (CH3OH)	1,329
Sirouhlík (CS2)	1,628
Terpentinový olej	1,472
Tetrachlor (CCl4)	1,460
Toluen	1,496
Voda	1,333
Cedrová silice	1,505

Obr.: *Indexy lomu některých látek vztažené na žluté sodíkové světlo (λ =589 nm)*

9. Zorný úhel a zvětšení

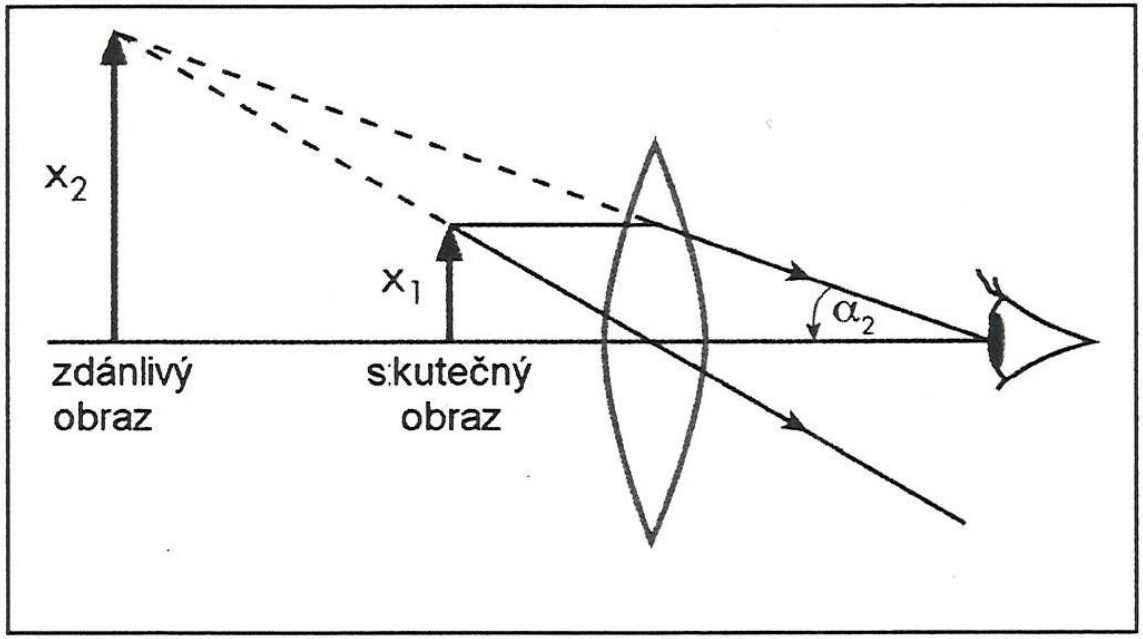
Definice zorného úhlu:



$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{G}{a}$$

α = zorný úhel (°)
G = výška objektu (mm)
a = vzdálenost objektu (mm)

SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz



Obr.: *Princip lupy – zvětšení zorného úhlu (jednostupňový systém)*

$$V = \frac{x_2}{x_1} = \frac{D}{f}$$

V = zvětšení
D = 250 mm (konvenční zraková vzdálenost)
f = ohnisková vzdálenost lupy (mm)

SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz

10. Charakteristická čísla drsnosti

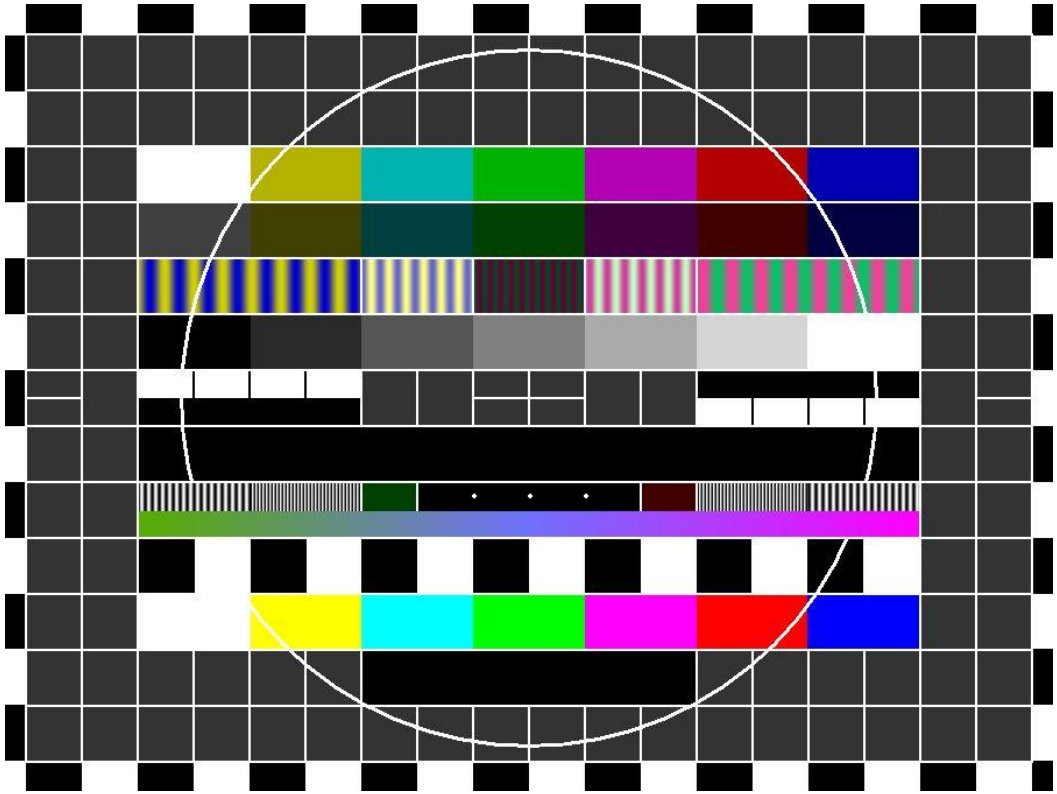
0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50
N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12

Obr.: *Střední hodnoty drsnosti R_a v μm a číslování drsnosti ISO*

SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz

11. Použití testovacího obrazu

Tabule s barvami je většinou kombinovaná s liniemi a stupnicí šedi.



Jedná se o testovací obrazec SECAM.

Exiatují i další srovnávací obrazce jako kontrolní tabule Marconi č. 1 atp.

SVV Praha s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 75 Praha 4, tel. 244471865, svv.praha@svv.cz, www.svv.cz