

PRELAMANJE SVATLOSTI

Goran Ivković, profesor fizike

Šta je najbrže?

Brzina svetlosti kroz vakuum je najveća poznata brzina u prirodi i iznosi $300\,000 \frac{km}{s}$.

$$c = 300\,000 \frac{km}{s}$$

Kroz svaku drugu sredinu brzina svetlosti ja manja.

Seredina	Brzina svetlosti
Vazduh	$v \approx 300\,000 \frac{km}{s}$
Voda	$v = 225\,000 \frac{km}{s}$
Staklo	$v = 200\,000 \frac{km}{s}$
Dijamant	$v = 124\,000 \frac{km}{s}$

Posmatrajmo primer kada svetlost prelazi iz vode u staklo.

VODA
$v = 225\,000 \frac{km}{s}$
STAKLO
$v = 200\,000 \frac{km}{s}$

Brzina svetlosti je veća u vodi nego u staklu.

Voda je **optički reda** sredina u odnosu na staklo.

Staklo je **optički gušća** sredina u odnosu na vodu.

INDEKS PRELAMANJA

Apsolutni indeks prelamanja, ili samo indeks prelamanja je jednak količniku brzine svetlosti u vakuumu i brzine svetlosti u nekoj sredini:

$$n = \frac{c}{v}$$

$$v = \frac{c}{n}$$

$c = 300\,000 \frac{km}{s}$ brzina svetlosti u vakuumu

v - brzina svetlosti u nekoj sredini

Relativni indeks prelamanja druge (2) u odnosu na prvu sredinu (1) jednako je odnosu brzine svetlosti u prvoj i drugoj sredini.

$$n_{2,1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$v_1 = \frac{c}{n_1}$$

v_1 - brzina svetlosti u prvoj sredini

v_2 - brzina svetlosti u drugoj sredini

$$n_{2,1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{c}{n_1}}{\frac{c}{n_2}} = \frac{n_2 \cdot c}{n_1 \cdot c} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$v_2 = \frac{c}{n_2}$$

$$n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_{2,1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

INDEKS PRELAMANJA – prvi primer

Izračunaj apsolutni indeks prelamanja vode. Potrebne podatke uzmi iz tablice.

$$v = 225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$n = ?$$

$$n = \frac{c}{v}$$

$$n = \frac{300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}$$

$$n \approx 1,33$$

Seredina	Brzina svetlosti
Vazduh	$v \approx 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$
Voda	$v = 225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$
Staklo	$v = 200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$
Dijamant	$v = 124\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$

Apsolutni indeks prelamanja uvek mora biti veći od 1 i nema mernu jedinicu.

INDEKS PRELAMANJA – drugi primer

Izračunaj na osnovu podataka iz tablice:

- a) relativni indeks prelamanja stakla u odnosu na vodu
 b) relativni indeks prelamanja vode u odnosu na staklo

$$v_1 = 200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \quad \text{staklo}$$

$$\text{a) } n_{1,2} = ?$$

$$v_2 = 225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \quad \text{voda}$$

$$\text{b) } n_{2,1} = ?$$

$$\text{a) } n_{1,2} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$n_{1,2} = \frac{225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}$$

$$n_{1,2} = 1,125 \approx 1,13$$

$$\text{b) } n_{2,1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$n_{2,1} = \frac{200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}$$

$$n_{2,1} \approx 0,89$$

Seredina	Brzina svetlosti
Vazduh	$v \approx 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$
Voda	$v = 225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$
Staklo	$v = 200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$
Dijamant	$v = 124\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$

Relativni indeks prelamanja može biti veći ili manji od 1 i uvek je pozitivan. Nema mernu jedinicu.

INDEKS PRELAMANJA – treći primer

Apsolutni indeks prelamanja stakla je 1,5 a vode je 1,33. Izračunaj

a) relativni indeks prelamanja stakla u odnosu na vodu

b) relativni indeks prelamanja vode u odnosu na staklo

$$n_1 = 1,5 \quad \text{staklo}$$

$$\text{a) } n_{1,2} = ?$$

$$n_2 = 1,33 \quad \text{voda}$$

$$\text{b) } n_{2,1} = ?$$

$$\text{a) } n_{1,2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$n_{1,2} = \frac{1,5}{1,33}$$

$$n_{1,2} \approx 1,13$$

$$\text{b) } n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_{2,1} = \frac{1,33}{1,5}$$

$$n_{2,1} \approx 0,89$$

REŠENJA IZ PRETHODNOG ZADATKA

$$\text{a) } n_{1,2} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$n_{1,2} = \frac{225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}$$

$$n_{1,2} = 1,125 \approx 1,13$$

$$\text{b) } n_{2,1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$n_{2,1} = \frac{200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}$$

$$n_{2,1} \approx 0,89$$

N – normala na graničnu površinu

S_u - upadni zradk

α – upadni ugao

S_p - prelomni zradk

β – prelomni ugao

ZAKON PRELAMANJA SVETLOSTI

Optički gušća sredina

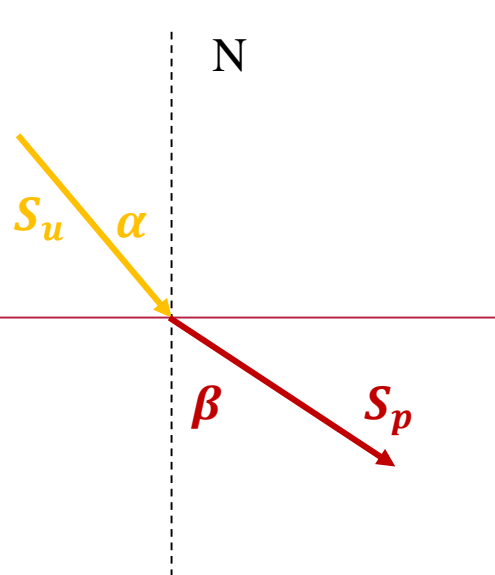
$200\,000 \frac{km}{s}$

staklo

voda

$225\,000 \frac{km}{s}$

Optički ređa sredina



Optički ređa sredina

$225\,000 \frac{km}{s}$

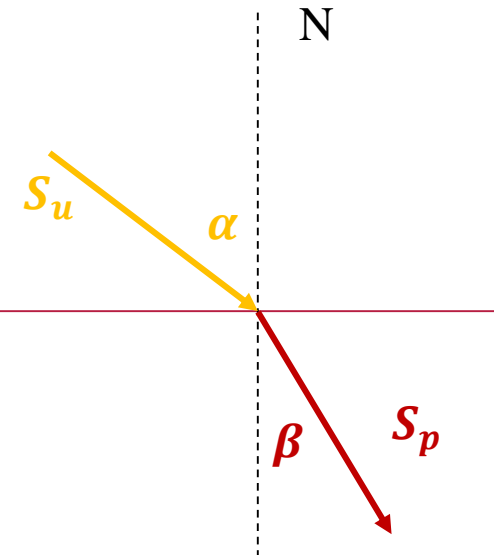
voda

staklo

$200\,000 \frac{km}{s}$

Optički gušća sredina

Granična površina



Pri prelasku svetlosnog zraka iz optički gušće u optički ređu sredinu zrak se prelama od normale. $\alpha < \beta$

Pri prelasku svetlosnog zraka iz optički ređe u optički gušću sredinu zrak se prelama ka normali. $\alpha > \beta$

Upadni zrak S_u , normala N i prelomni zrak S_p leže u istoj ravni.

TOTALNA REFLEKSIJA

Optički ređa sredina

$$300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

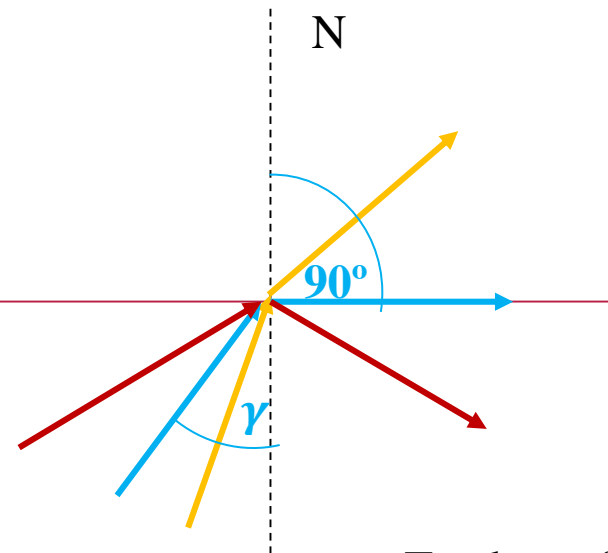
vazduh

voda

$$225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Optički gušća sredina

N – normala na graničnu površinu



γ – (gama) granični ugao

Granični ugao totalne refleksije jeste onaj upadni ugao γ pri kome je prelomni ugao 90° .

Granična površina

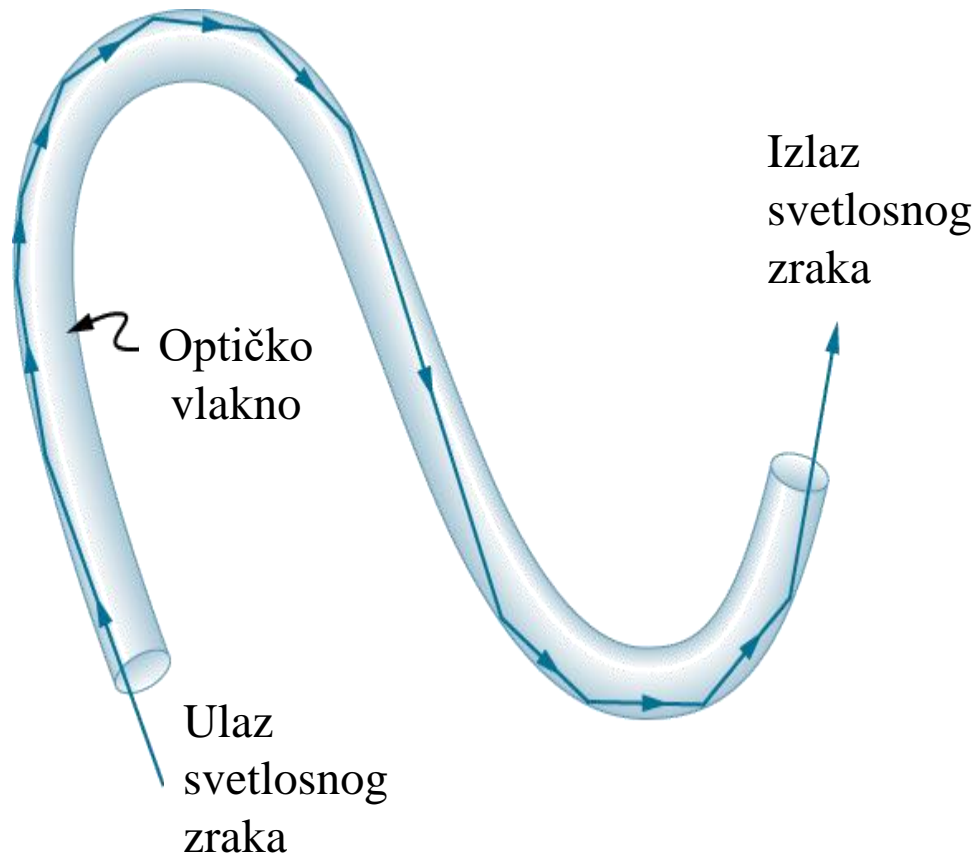
Totalna refleksija je pojava da svetlost ne prelazi iz optički gušće u optički ređu sredinu nego se u potpunosti reflektuje (odbija).

Da bi došlo do totalne refleksije potrebno je da budu zadovoljena dva uslova:

1. da svetlost prelazi iz optički gušće u optički ređu sredini i
2. da je upadni ugao veći od graničnog ugla.

PRIMENA TOTALNE REFLEKSIJE

Totalna refleksija se primenjuje kod optičkih vlakana. Skup optičkih vlakana čine optičke kablove.

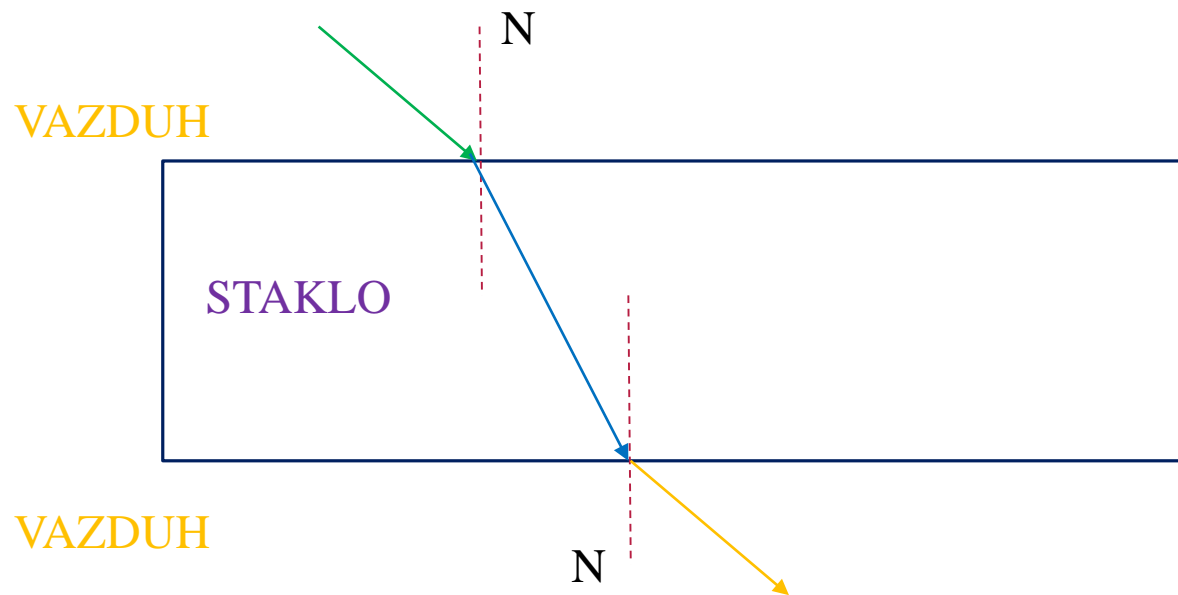


Optički kablovi se koriste u medicini za osvetljavanje teško dostupnih delova unutrašnjosti organizma i njihovo posmatranje.

Optički kablovi se koriste za kvalitetan prenos signala (TV, radio, internet...).

PRELAMANJE SVETLOSTI KROZ PLOČU

Posmatramo prelamanje svetlosti kroz dve paralelene površine.



PRELAMANJE SVETLOSTI KROZ TROSTRANU PRIZMU

θ – (teta) ugao prizme

δ – (delta) ugao skretanja zraka

