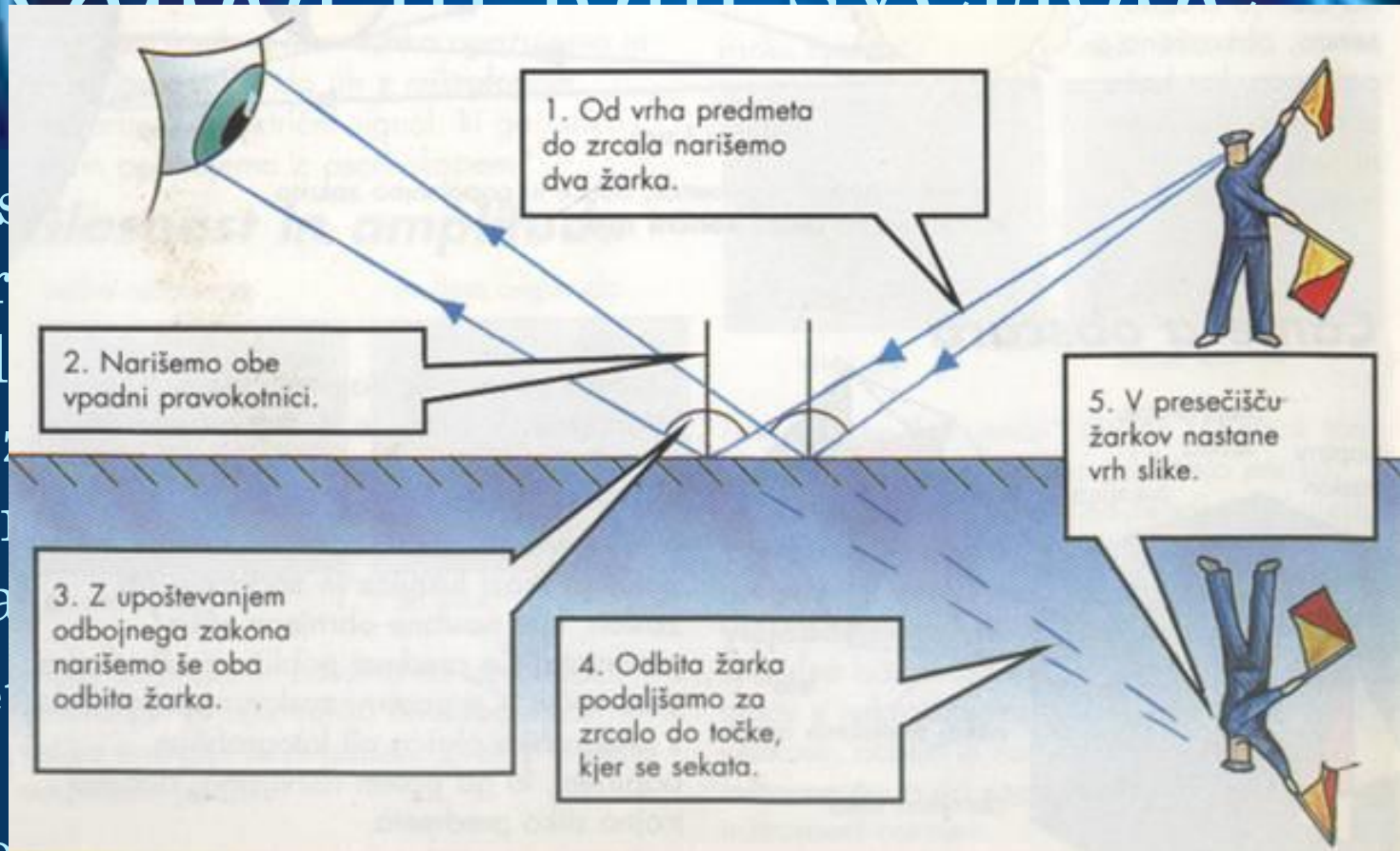


Optična vlakna

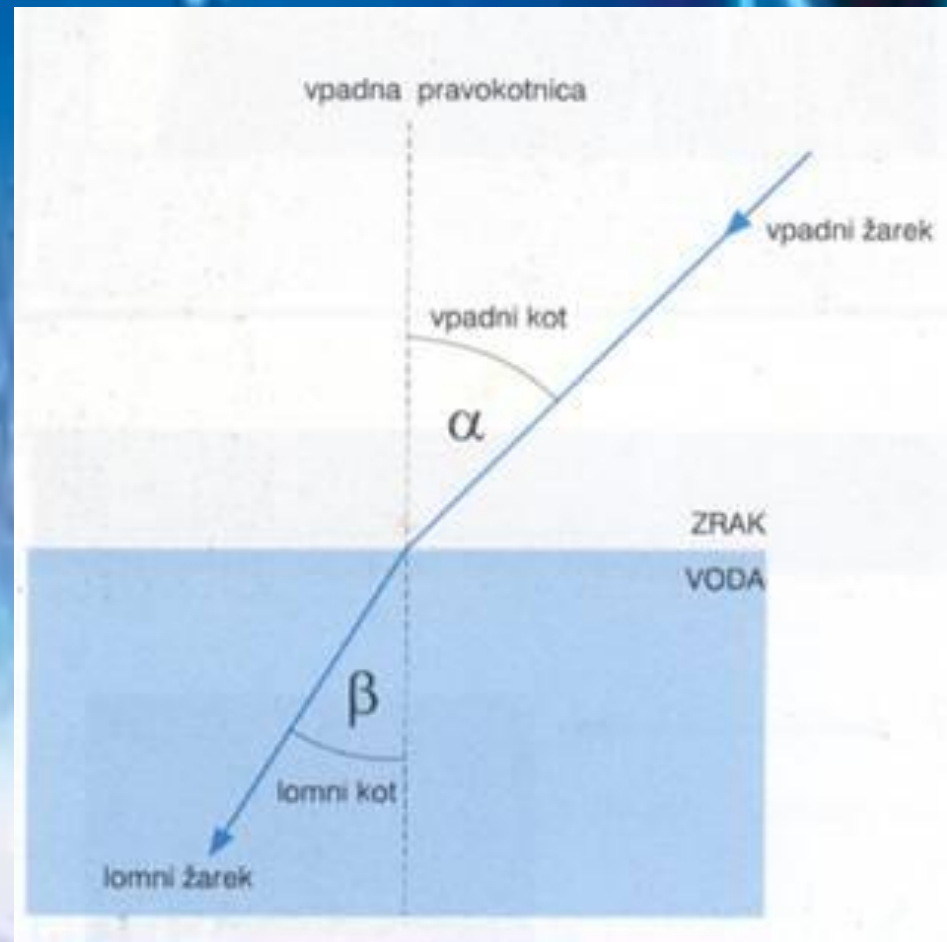
Tanja Petrin
GIG-UNI

Odboji in lom svetlobe

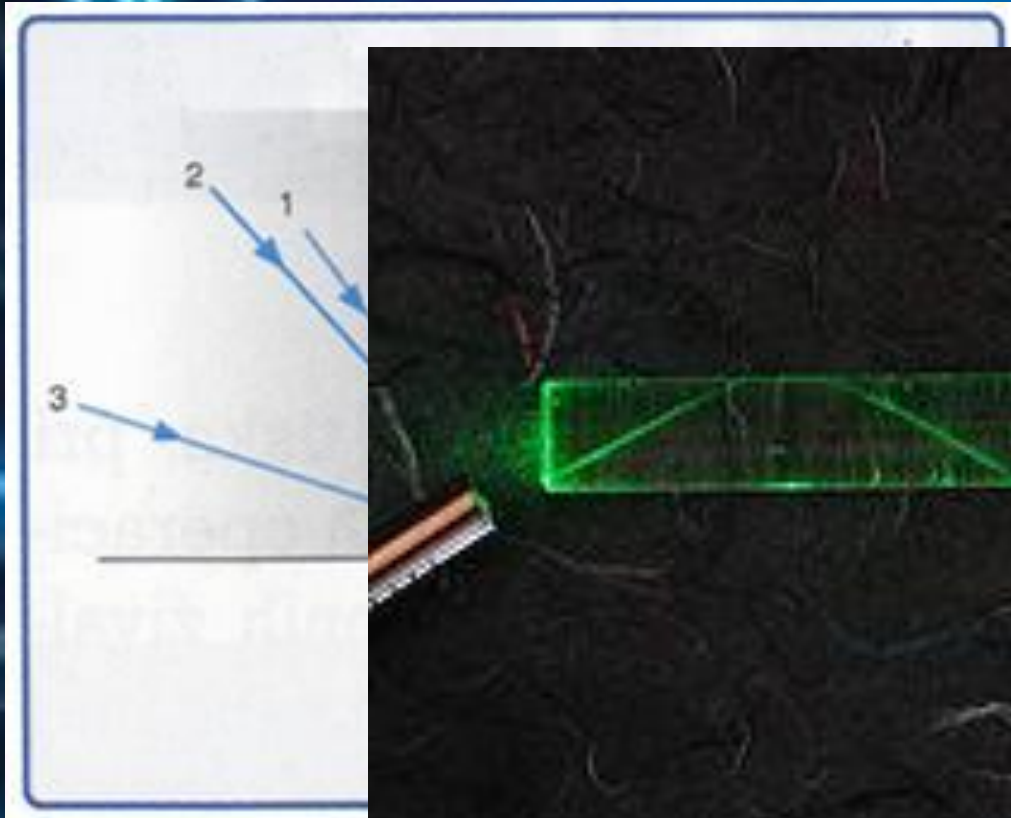
- Ko svetloba pade na površino, na kateri se odraža, se odboji. To lahko opazimo na površini zrcala.
- Svetlobni žarki se odbojijo po odbojnem zakonu.



- Ko svetloba prehaja iz enega sredstva v drugo, se ji pri tem spremeni hitrost in tudi smer širjenja. Ta pojav imenujemo lom svetlobe.
- Če npr. svetloba prehaja iz zraka, ki je optično redkejši, v steklo, ki je optično gostejše, se lomi k vpadni pravokotnici (lomni kot je manjši od vpadnega). Ob prehodu iz optično gostejšega v optično redkejše sredstvo pa se svetloba lomi v stran od vpadne pravokotnice (lomni kot je večji od vpadnega).

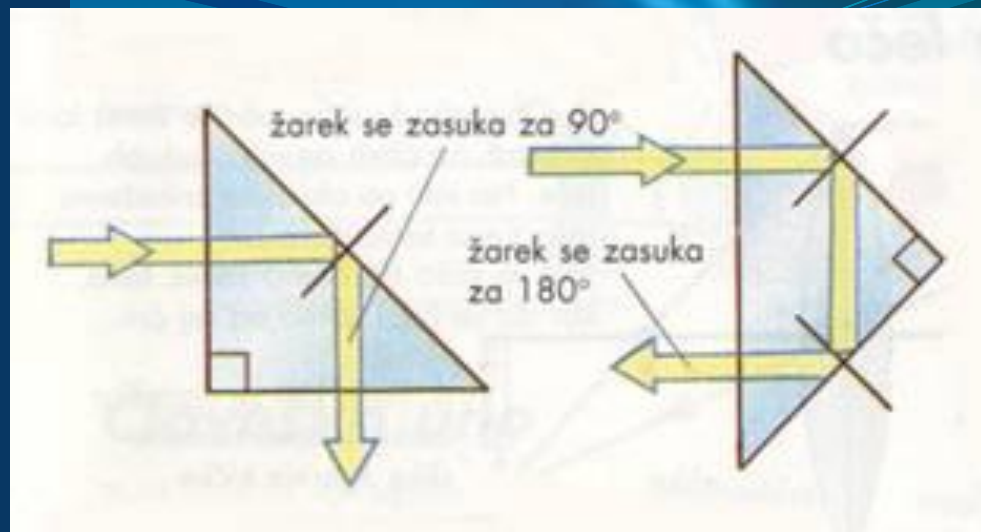


Popolni odboj svetlobe



• Pri prehodu svetlobe iz optično gostejšega v optično redkejši medij svetlobni zrak se odraža nazaj v optično gostejši medij. Če svetlobni kot, se svetloba odraža nazaj v optično gostejši medij, vendar se svetloba širi po optični poti, ki je krajša kot še prej. Svetloba ne izgubi energije, če se na oboji strani optične naletnice pojavita popolni odboj svetlobe.

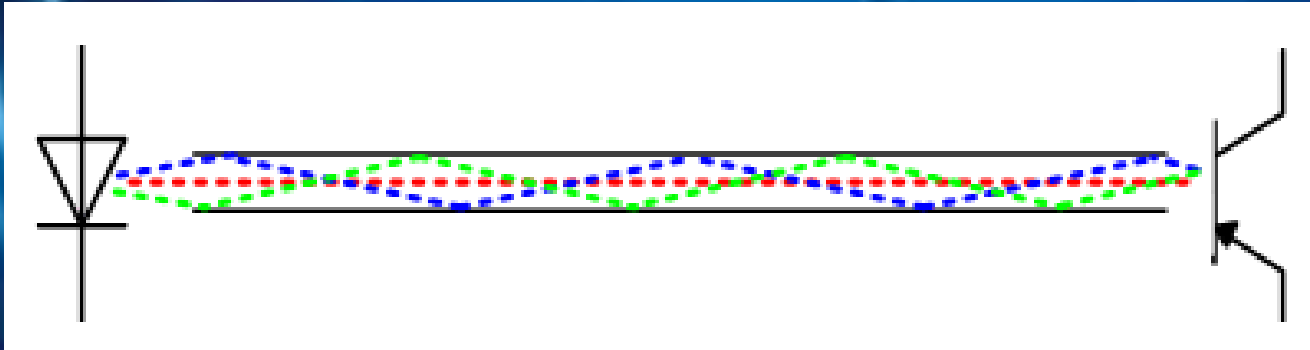
- Podobno se lahko zgodi, ko se svetloba širi skozi gosto prozorno snov. Takrat se lahko od notranje ploskve vsa odbije.
- S pravokotnimi prizmami lahko usmerimo svetlobni žarek od prvotne smeri za 90° ali 180° , ker pride pri njih do popolnega odboja. Take prizme uporabljamo v periskopih, daljnogledih in fotoaparatih.



Kaj je optično vlakno?

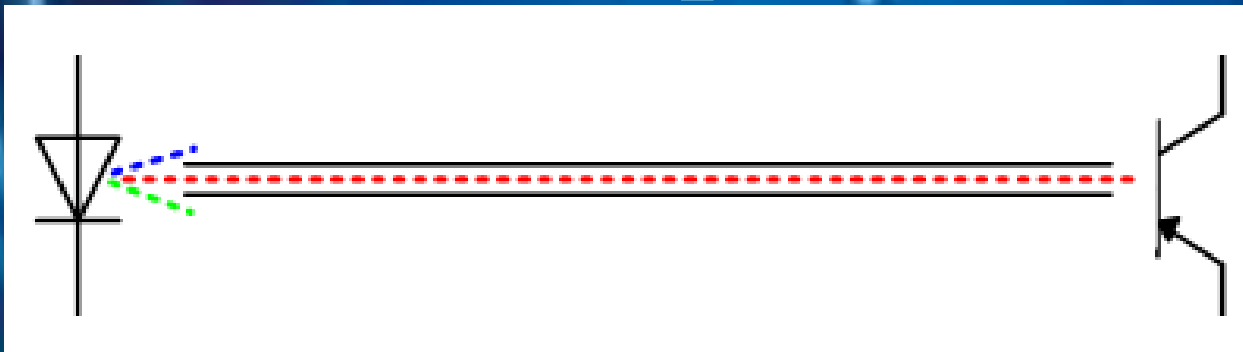
- **Optično vlakno** je zelo tanko vlakno optično čistega materiala, po katerem lahko potuje svetloba. Uporabljamo jih za prenos tako vidne svetlobe kot tudi infrardečega in ultravijoličnega valovanja.
- za vodenje svetlobe izkorišča prav pojav **popolnega notranjega odboja**
- Konstruirano je tako, da ima valjasto obliko.
- Mednarodni predpisi natančno določajo dimenzije stržena, plašča in zaščite optičnih vlaken, ki se uporabljajo v telekomunikacijah: premer zaščite mora biti $250\ \mu\text{m}$, zunanji premer vlakna pa $125\ \mu\text{m}$. Tolerance so zelo stroge, saj premer vlakna nikjer ne sme odstopati več kot $2\ \mu\text{m}$. Glede na debelino stržena in profil lomnega količnika v jedru razlikujemo več tipov optičnih vlaken.

Večrodovna optična vlakna



- Vlakna s premerom stržena 50 ali 62,5 μm imenujemo **večrodovna** in v vsakem trenutku se po njih lahko razširja večje število žarkov. Zanje je značilna velika razlika med lomnim količnikom stržena in plašča, kar omogoča uporabo poceni svetlobnih izvorov in detektorjev, ki jih lahko proizvajajo tudi svetleče diode (LED). Ker prenašajo več svetlobnih signalov, je disperzija večja in se lahko signale prenaša na krajše razdalje (nekaj kilometrov). Zaradi večjega premera je takšna vlakna **lažje spajati**.

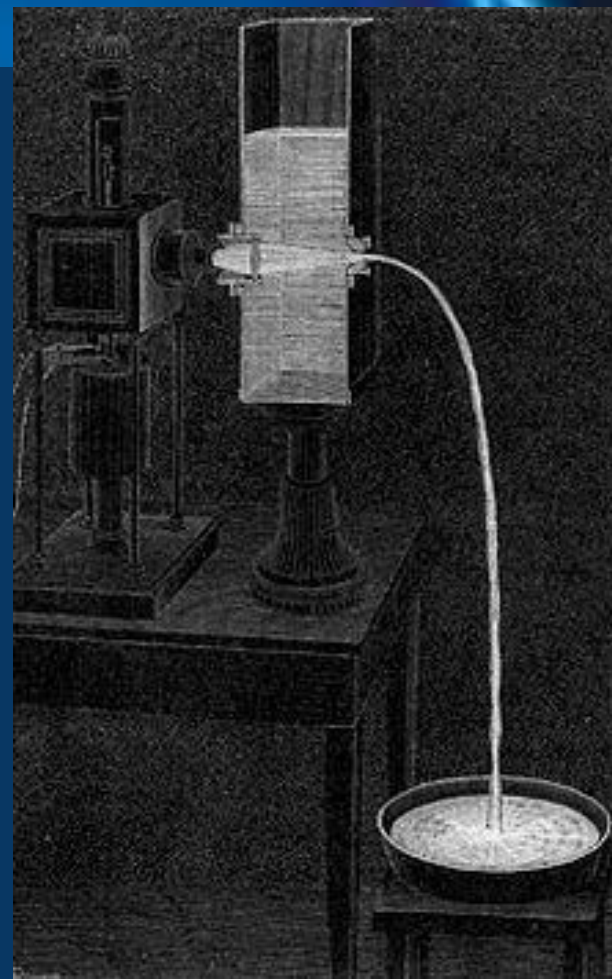
Enorodovna optična vlakna



- Uporabi v telefonskih omrežjih so namenjena **enorodovna vlakna**, po katerih se razširja v vsakem trenutku le en žarek. Take okoliščine razširjanja svetlobe dosežemo pri strženu s premerom komaj $9\ \mu\text{m}$ ter majhni razliki lomnih količnikov stržena in plašča. Ta vlakna odlikujeta zelo velika pasovna širina in **majhno slabljenje**, zato so namenjena **prenosu velike gostote podatkov** na daljše razdalje (nekaj sto kilometrov). Ker prenašajo en sam svetlobni signal, je **disperzija manjša**. Zaradi manjšega premera je takšna vlakna težje spajati.

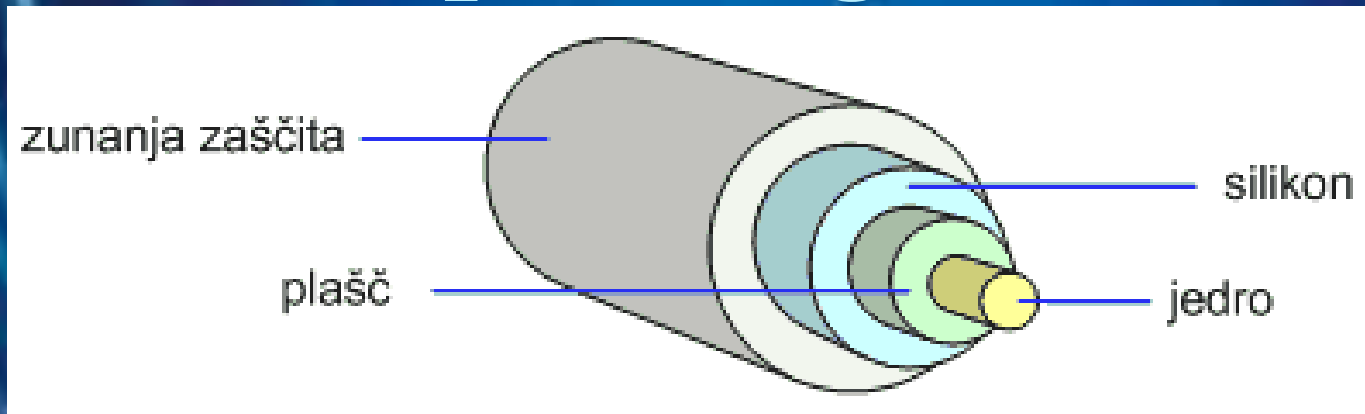
Zgodovina

- Vodenje svetlobe s pomočjo popolnega odboja sta prvič demonstrirala Daniel Colladon in Jacques Babinet v Parizu leta 1842. Colladon je opisal »svetlobno fontano« v članku iz istega leta z naslovom *On the reflections of a ray of light inside a parabolic liquid stream*. V posodo z vodo, iz katere je izhajal vodni curek, je posvetil s svetlobo in opazil, da svetloba ostaja ujeta v vodnem curku. S tem je demonstriral pojav popolnega odboja pri prehodu iz snovi z večjim lomnim količnikom (vode) v snov z manjšim lomnim količnikom (zrak).



- Prvi primeri uporabe optičnih vlaken so se pojavili v začetku 20. stoletja kot sredstvo za komunikacije na kratke razdalje in za prenos slike v medicini, npr. v zobozdravstvu ali pri pregledovanju želodca. Načelo prenašanja slike z optičnimi vlakni sta neodvisno demonstrirala Clarence Hansell in John Logie Baird v dvajsetih letih 20. stoletja. Primer uporabe optičnega vlakna v gastroskopu je bila prvič predstavljena leta 1956.
- Prelomni dogodek za uporabo optičnih vlaken za komunikacijo na daljše razdalje se je zgodil leta 1965, ko sta Charles K. Kao in George A. Hockham ugotovila, da so izgube pri prenosu v obstoječih vlaknih v večji meri posledica nečistoč in ne fizikalnih načel, kakršno je na primer sipanje. Na ta način bi lahko izgube iz 1,000 dB/km, kolikor so tipično znašale v takrat obstoječih vlaknih, zmanjšali pod 20 dB/km. Ugotovila sta, da je najprimernejši material za izdelavo optičnih vlaken zelo čisto kvarčno steklo. Za to odkritje je Kao dobil Nobelovo nagrado za fiziko leta 2009
- Leta 1970 so pri Corning Glass Works iz New Yorka izdelali optična vlakna s slabitvijo 20 dB/km. Vlakna so bila sicer občutljiva na poškodbe, vendar so poskusi potrdili izredno majhno slabitev svetlobnih žarkov. Nekaj let kasneje so izdelali optično vlakno z izgubami 4 dB/km, kar je omogočilo prenos signalov na daljše razdalje. Današnji kabli iz optičnih vlaken imajo slabitev od 0,2 do 0,3 dB/km, kar omogoča še večje razdalje med ojačevalniki signalov.

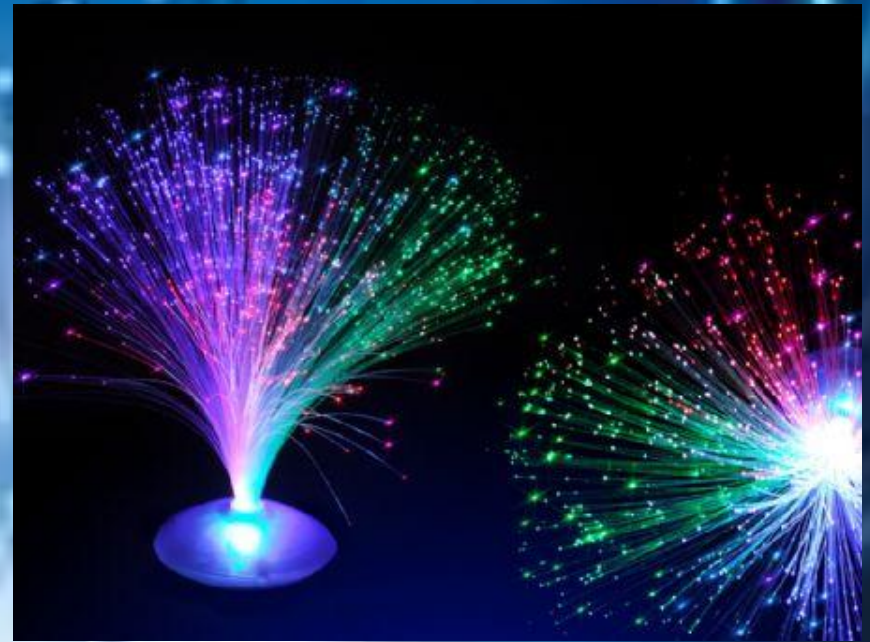
Zgradba optičnega vlakna



- Osrednji del optičnega vlakna je stržen ali jedro, ki je izdelan iz optično gostejšega sredstva (večji lomni količnik). Stržen obdaja optično redkejši plašč z manjšim lomnim količnikom. Stržen in optični plašč sta najpogosteje izdelana iz zelo čistega stekla, možna pa je tudi kombinacija steklenega stržena in plastičnega (polimernega) plašča. Le pri plastičnih optičnih vlaknih so vsi elementi izdelani iz polimernih snovi. Površina optičnih vlaken mora biti zaščitena pred mehanskimi in drugimi vplivi okolja, zato jo prevlečemo s plastjo primarne zaščite, običajno iz polimernega ovoja.

Uporaba

- Optična vlakna na široko uporabljamo v telekomunikacijah, kjer nadomeščajo bakrene vodnike. Njihova prednost je v bistveno večji količini informacij, ki jih je mogoče prenesti po enem vlaknu, majhnih izgubah in neobčutljivosti na elektromagnetne motnje iz okolice. Vlakna so uporabna tudi za osvetljevanje ali prenos slike, na primer v endoskopiji. Posebne izvedbe optičnih vlaken se uporabljajo v vlakenskih laserjih.



Viri

- http://sl.wikipedia.org/wiki/Opti%C4%8Dno_vlakno; 27.12.2010
- http://sers.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/omrezja/12_mediji/opticni/opticni.pdf; 4. 1. 2011
- http://www2.arnes.si/~osmbcirk1/www_fizika/Opticni_pojavi.htm; 28. 12. 2010
- Video:
- http://www.youtube.com/watch?v=llI8Mf_faVo
- <http://www.youtube.com/watch?v=I2PyjORJ3mk&feature=related>
- <http://www.youtube.com/watch?v=oZvs2rGxtWk&feature=related>