

## **Laserji**

Laser je vir svetlobe, ki daje močan, ozek in enobarven curek koherentne svetlobe in je okrajšava za Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, pomeni torej ojačevanje svetlobe s stimulirano emisijo sevanja. Laser je naprava, ki ojača svetlobo in ustvari natančen in močen snop svetlobe čiste barve, v katerem so svetlobni valovi v fazi. Uporabljamo ga na mnogih področjih, rezanju in spajanju kovin, rezanju tkiv med operacijami, prenašanju signalov po optičnih vlaknih, merjenju razdalj in izdelovanju hologramov. Uporabljamo ga tudi v čitalnikih črtnih kode, tiskalnikih, fotokopirnih strojih in predvajalnikih CD.

## **Delovanje laserja**

Stoječe valovanje med zrcaloma proži atome v sredici, da oddajo fotone z enako frekvenco. Svetloba, ki jo črpa laser, vsebuje navadno več frekvenc, laser pa oddaja zelo ojačeno svetlobo pri eni sami frekvenci. Ime laser opisuje način delovanja te naprave ojačevanje svetlobe s stimuliranim (spodbujanim) sevanjem. Laserjem pravimo tudi kvantni izviri koherentne svetlobe. Vsak foton proži sevanje drugega in vsi skupaj sestavljajo natančno ubrano svetlobno valovanje. Pravimo, da so fotoni v fazi in da je svetloba koherentna. (V navadni svetlobi ni med posameznimi fotoni nobene fazne povezave). Ker so fotoni v fazi, se med sabo okrepijo in nastala svetloba je zelo močna. Laser oddaja tanek snop svetlobe, ki se skoraj ne »razmaze« — celo na razdalji do Lune se je laserski curek »razlezel« le 3km na široko. Laserji v ozkem curku oddajo velik energijski tok. Če laserski curek z lečami se bolj zberemo, lahko zrak tako segrejemo, da zažari, ali izžgemo luknjo v jekleno ploščo. Curke laserske svetlobe uporabljajo npr. tudi za natančno določanje smeri pri gradnji predorov in polaganju cevovodov. Curek pošljejo v izbrani smeri in gradbeniki ga vidijo le, če napredujejo v pravi smeri. Sploh se je že kmalu po odkritju laserja pokazalo, da ga lahko koristno uporabijo v številne namene.

## **Sestava laserja**

Laser je v splošnem sestavljen iz treh delov: medija, ki generira svetlobo, napajalnega sistema, s katerim poskrbimo za vzbujanje atomov, ki mu sledi sevanje, in resonatorja, ki curek natančno usmeri. Pri emisiji atomi sevajo enakomerno po celem prostoru in poskrbeti moramo, da se energija skoncentrira v ozkem curku. To dosežemo, če damo sevajoči medij v cev, ki jo z obeh strani zapremo z zrcaloma. Če pride do stimulirane emisije na primer v smeri osi med zrcaloma, pride do odboja in ponovne stimulirane emisije. V nasprotnem primeru (če sevanje ne poteka na osi) pa sevanje zapusti laserski medij. Tako dobimo ojačanje le v eni smeri in naivno bi pričakovali, da bo prišlo med zrcaloma v cevi do neskončnega ojačanja, kar pa se seveda zaradi izgub in končne velikosti ojačevalnega medija ne zgodi. V praksi prepusti eno zrcalo (včasih obe) del svetlobe; bodisi skozi odprtino ali skozi delno prepustno zrcalo. Svetloba, ki izstopa, formira laserski curek.

Kot aktivni medij v laserjih uporabljamo različne snovi, laserji pa se seveda močno razlikujejo tudi glede namena uporabe; pri nekaterih potrebujemo veliko sproščene energije, pri drugih je pomembnejše daljše ali celo kontinuirano delovanje ipd. Za ilustracijo si oglejmo dve vrsti laserjev.

### **Vrste:**

#### **Rubinski laser**

Prvi izdelan laser je bil rubinski. Rubin je kristal iz aluminijevega oksida z dodatkom atomov kroma. Utripalna cev je navita okoli Rubinskega kristala in dovaja svetlobno energijo, ki spodbuja kromove atome. Svetloba izsevana iz teh atomov, se odbija od zrcal na koncih kristala in spodbuja še več atomov kroma.

#### **Helijsko-neonski (He-Ne) laser**

Aktivni medij v He-Ne laserju je mešanica helija in neona pri tlaku okrog 1 mbar, v kateri je pet do desetkrat več helija kot neona. Mešanica plina je zaprta v cevki, ki je omejena z zrcaloma. Razmik med zrcaloma je (kot pri vseh laserjih) enak celemu večkratniku polovične valovne dolžine svetlobe, ki jo seva laser. Zaradi trkov z elektroni, ki jih pospešimo z električnim poljem, preidejo atomi helija in neona v vzbujena stanja. Atomi helija ob trku z atomi neona predajo večino energije slednjim. He-Ne laser je štirinivojski in deluje zvezno

## **Ogljikovdioksidni laser**

V industrijski proizvodnji je med laserji najbolj razširjen in najpomembnejši ogljikov-dioksidni laser. Njegove izrazite prednosti so v veliki kontinuirani moči, dobri kakovosti žarka ter učinkovitosti, zaradi tega se uporabljajo za: toplotno obdelavo kovin, varjenje, rezanje, vrtanje, freziranje, označevanje, perforiranje, oblaganje, krivljenje in pretaljevanje. Pri vpadu laserskega snopa na površino obdelovanca se del energije odbije, drugi del pa absorbira v notranjost plasti nekaj  $\mu\text{m}$  globoko v osnovni material, ki se zaradi tega stali ali pa celo upari. Pomožni plini ta pretaljen material odstranijo.

## **Obdelava z laserskim žarkom**

Novica o prvem laserju v letu 1960 je sicer navdušila znanstveni svet, vendar je minilo še skoraj 20 let do prvih zanesljivih naprav, ki so uporabile laserski snop za obdelavo.

Zaradi prostorske koherence je laserski snop mogoče koncentrirati oz. fokusirati na izredno majhno površino, to polje imenujemo transverzalni elektromagnetni rod TEM, ki lahko ima različne oblike.

## **Uporaba laserjev v druge namene**

Laserske curke uporabljajo tudi za merjenje razdalj in hitrosti. Tako je bilo mogoče zelo natančno izmeriti razdaljo med Zemljo in Luno: laserski curek so usmerili na Luno, kjer se je odbil od posebnega zrcala, ki ga je tja postavila posadka vesoljske ladje Apollo.

V meteorologiji zaznavajo z laserskimi curki nevidne zračne plasti in njihove premike kakor tudi oblake, zelo uporabni pa so tudi pri proučevanju onesnaženosti zraka.

Zaradi velike gostote svetlobnega toka v laserskem curku laserje s pridom uporabljajo v medicini in industriji. Pri očesnih operacijah usmerijo na oko laserski curek. Ki je dovolj šibek da ne poškoduje leče. Na mrežnici curek brez bolečin prilepi nazaj poškodovani del in očesu povrne vid. Z laserskimi curki lahko izžigamo kožne tvorbe in brez bolečin vrtamo zobe. V elektronski industriji z laserji oblikujejo in varijo dele mikro elektronskih vezij.

Laserji se lahko uporabljajo tudi za prenos informacij in v prihodnosti verjetno se za vrsto drugih dejavnosti.

Ena najbolj presenetljivih stvari ki jih je omogočila uporaba koherentne svetlobe, je holografija, ki omogoča izdelavo tridimenzionalnih slik. Holografijo uporabljajo v več namenov. Dvakrat eksponirani hologrami kažejo premik predmeta med obema ekspozicijama; to nam da podatek o nihanju površin. Analiza nihanj je bistvenega pomena pri načrtovanju letalskih ali strojniških delov ki morajo dolgo prenašati velike hitrosti in obremenitve.

Drugo področje na katerem lahko prinese uporaba laserja velik napredek je izkoriščanje jedrske energije. V teku so raziskave, ki naj bi pokazale, ali lahko sprožimo zlitje atomskih jeder (reakcija, ki poteka v vodikovih bombah in v zvezdah) s tem, da ustvarimo z laserji visokotemperaturno plazmo. S pomočjo holografije pa bodo morda nekega dne izdelali tudi tridimenzionalno barvno televizijo in film.

## **Laserske operacije**

Laserje vedno več uporabljajo v kirurgiji. Tkiva režejo z ustvarjanjem toplote. Ta toplota kavterizira (zapre) krvne žile in ureznine, tako da je krvavenje minimalno. Lasersko svetlobo lahko natančno usmerjamo, zato je idealna za uporabo v očesni kirurgiji pri pritrjevanju mrežnice, ki je odstopila, za zapiranje krvavečih žil ali za popravke roženice in odpravljanje težav z vidom. Laserski skalpeli uporabljajo kot laserski medij ogljikov dioksid, laserji za očesno kirurgijo pa večinoma uporabljajo plin argon.

## **Laserska očesno kirurgija**

Med očesno kirurgijo je bolnikova glava čvrsto pritrjena, da se ne premakne, laser pa se usmerja z »mrežnično kamero«. Lasersko zdravljenje mrežnic, ki so odstopile, ponavadi ne zahteva anestezije ali hospitalizacije.

## **Kako (ne)varni so laserji?**

Gre predvsem za dve vrsti nevarnosti; poškodbe oči in nesreče zaradi visoke napetosti pri napajanju laserjev in znotraj njih. Visokoenergijski laserji lahko povzročijo trajne posledice že pri vstopu enega samega pulza v oko. Nizkoenergijski laserji pa so nevarni, če je oko dalj časa izpostavljeno curku svetlobe (če npr. gledamo v laser). Nevarnost pri posameznem laserju je seveda odvisna od moči, trajanja pulza in valovne dolžine. Čeprav tega morda ne bi pričakovali, so nesreče zaradi visoke napetosti bolj usodne. Ni namreč niti enega zabeleženega primera, ko bi človek podlegel poškodbam curka laserske svetlobe, več ljudi pa je umrlo, ko so prišli v stik z visoko napetostjo v laserju ali napajanju.

Tako kot večina sodobnih tehnologij so nam tudi laserji v vsakdanjem življenju vedno bližje in vedno bolj dostopni. Laserje tako srečujemo v trgovinah in knjižnicah kot čitalce kod, na predavanjih, na različnih zabavah, laser showih ipd. Najpreprostejši laserji so dostopni praktično vsakomur, saj stanejo nekaj tisoč tolarjev. Če pa smo glede lastnosti laserja zelo zahtevni, se cene povzpnejo do vrtočlavih višin.