

LASER A JEHO VYUŽITIE

Alexandra Ševčovičová, III. A

LASER (skratka z angl. **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation, čo znamená *zosilnenie svetla stimulovanou emisiou žiarenia*) je zariadenie, ktoré pomocou stimulovanej emisie vydáva koherentné svetlo. Jednotlivé „fotónové vlny“, z ktorých je koherentné svetlo zložené, vibrujú a pohybujú sa synchronizovane, takže v podstate získame jediná elektromagnetickú vlnu.

História vzniku lasera

Teoretické základy javov vzájomného pôsobenia elektromagnetického žiarenia a látky boli položené už dávnejšie prácami *Plancka*, *Bohra* a *Einsteina*. Možnosť dosiahnutia javu *vynútenej emisie žiarenia*, nevyhnutnej na dosiahnutie laserového javu, pokusnou cestou odôvodnil ruský vedec *V. A. Fabrikant* ešte v roku 1940. Táto myšlienka bola potvrdená až roku 1950 úspešnými pokusmi amerických fyzikov *E. M. Purcella* a *R. V. Pounda*. Prvé zariadenie na zosilnenie mikrolnového žiarenia MASER (mikrovlnový zosilňovač stimulovanou emisiou žiarenia) so zväzkom čpavkových molekúl v plynnom stave zhotovili američania *C. H. Townes*, *J. P. Gordon* a *H. J. Zeiger* a súčasne dvaja neskorší laureáti Nobelovej ceny (r. 1964) spolu s *Townesom*, ruskí fyzici *N. G. Basov* a *A. M. Prochorov* v rokoch 1954 až 1955. Koncepcia lasera vznikla niekoľko rokov po zhotovení a uvedení do činnosti prvých maserov. Tvorcovia laserovej techniky si kládli základnú otázku: k akému kmitočtu možno dospieť s maserovým efektom? Až neskôr dospeli vedci k odvážnym záverom, ktoré nasvedčovali, že možno zhotoviť „optický maser“ čiže laser. S prvým projektom tohto druhu vystúpili v roku 1958 americkí vedci *C. H. Townes* a *A. L. Schawlow*. V druhej polovici r. 1959 navrhol *Townes* model lasera, ale pokusy s ním sa nevydarili. Až o niekoľko mesiacov neskôr v roku 1960 sa podarilo mladému výskumníkovi z laboratória *Howarda Hughesa* (*Hughes Aircraft Company*), *Theodorovi Haroldovi Mainmanovi* dosiahnuť laserový efekt v kryštale syntetického rubína, skonštruovať a uviesť do činnosti prvý model lasera. Rubín odohral v tomto prípade podobnú úlohu ako predtým čpavok pri vzniku prvého masera.

Princíp činnosti a vlastnosti lasera

Rubínový laser patrí do skupiny laserov s látkou v tuhom skupenstve a predstavuje akúsi „evolúciu“ jeho koštrukcie. Využíva sa tu trojhľadinová energetická sústava paramagnetických iónov Cr^{3+} , rozptýlených v základnom materiáli kryštálu korundu Al_2O_3 . Na vybudenie iónov chrómu k prechodu z normálneho stavu na horné pásmo energetických hladín slúži intenzívne biele svetlo dopadajúce na kryštál rubína (presnejšie povedané „čerpaciu“ funkciu berú na seba zelené a modré zložky tohto svetla, ktoré sú pohlcované rubínom). Pri koštrukcii lasera musí byť splnená ešte podmienka jeho umiestnenia do *rezonančnej komory* – optického rezonátora, ktorým je často sám kryštál lasera, obrúsený na formu tyče, najčastejšie kruhového tvaru, ktorá má precízne vyhladené čelné plochy, pokryté odrazovými emulziami, z ktorých jedna je pre *generované svetlo*, v tomto prípade *červené*, polopriepustná. Uvedené plochy tvoria dva voči sebe rovnobežné a na os tyče kolmé zrkadlá. Svetlo, ktoré je laserom generované má zvláštnu povahu, vyžiarené fotóny majú presne rovnakú fázu ako fotóny, ktoré prechod vyvolali, sú *koherentné* a navyiac sa pohybujú rovnakým smerom ako fotón, ktorý ich vyžiarenie vyvolal.

Lasery vytvárajú teda svetlo neobyčajných vlastností:

- *Laserové svetlo je vysoko monochromatické.* Neónové svetlo je monochromatické v pomere $1 : 10^6$ avšak v prípade lasera ostrosť dosahuje hodnôt až $1 : 10^{15}$.
- *Laserové svetlo je vysoko koherentné,* jednotlivé vlny (vlnové kĺbka) laserového svetla môžu byť dlhé niekoľko sto kilometrov. Koherenčná dĺžka vlnových kĺbkov obyčajnej žiarovky je spravidla menšia ako jeden meter.
- *Laserové svetlo je vysoko smerové,* má malú rozbiehavosť; odchyľuje sa od presnej rovnobežnosti len v dôsledku rozptylu na výstupnej clone lasera.
- *Laserové svetlo môžeme ostro fokusovať* do takej malej stopy, že v nej ľahko dosiahneme intenzitu 10^{17} W/cm². Naproti tomu kyslíkovo-acetylenový plameň dosahuje intenzitu len okolo 10^3 W/cm².

Hlavné typy laserov

Ako aktívne laserové prostredie môžu slúžiť rozličné materiály v rôznych skupenských stavoch. Lasery môžeme rozdeliť to týchto hlavných skupín:

1. *Tuholátkové lasery*, kde aktívne prostredie je tvorené tuhými kryštalickými prípadne amorfnými látkami, ktoré sú prímiesované vhodnými iónmi (napr. rubín, CaF₂ a pod.).
2. *Plynové lasery*, ktorých aktívne prostredie tvorí látka v plynnom stave, napr. argón, dusík alebo CO₂, prípadne zmes plynov, napr. heliovo-neónový laser.
3. *Polovodičové lasery*, kde aktívne prostredie sa budí prevodom elektrónov z valenčného do vodivostného pásu polovodiča. Vzhľadom na veľké zosilnenie postačí ako odrazové plochy rezonátorov použiť rovnobežné konce polovodičového kryštálu, preto sú ich rozmery veľmi malé a nachádzajú široké uplatnenie.
4. *Chemické lasery*, v ktorých sa na budenie aktívneho prostredia používa energia uložená v chemickej väzbe molekúl alebo atómov. Vo všetkých chemických laseroch je rozhodujúcim budiacim mechanizmom teda chemická reakcia. Majú najväčšiu účinnosť zo všetkých vymenovaných typov. Účinnosť väčšiny laserov nedosahuje ani jedno percento.
5. *Farbivové lasery*, ktorých aktívne prostredie tvoria roztoky organických farbív. Majú mimoriadne veľké pásmo preladiťnosti.

Mnohostranné použitie lasera

Najmenšie lasery, používané na prenos obrazu, hlasu a dát optickými vláknami, majú ako aktívny prvok *kryštal polovodiča* rozmeru ako špendlíková hlavička. Napriek tomu, že sú malé generujú svetlo o výkone okolo 200 mW.

Lasery sa požívajú tiež pri čítaní čiarového kódu v obchodoch, pri výrobe a čítaní kompaktných diskov a zázname informácií, pri rôznych lekárskejších operáciách, na vymeriavanie v stavebníctve a geodézií, v odevnom priemysle na strihanie až niekoľko sto vrstiev látok súčasne, pri zvarovaní karosérií a presnom obrábaní súčiastok alebo výrobe hologramov. Významné uplatnenie našli aj lokácií a navigácií v leteckej doprave, v monitorovaní škodlivín v ovzduší a úspešne sa používajú aj na generovanie plazmy a v telekomunikačnej technike.