

LASER

Primena u medicini

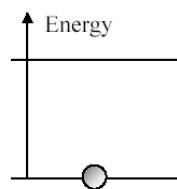
LASER

- **L** - light
- **A** – amplification by
- **S** - stimulated
- **E** – emission of
- **R** – radiation
- Pojačanje svetlosti putem stimulisane emisije zračenja

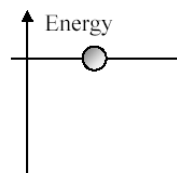
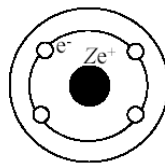
Istorija lasera

- 1917. Albert Einstein otkriva postojanje stimulisane emisije
- 1960. Theodore H. Maiman realizovao je prvi rubinski laser

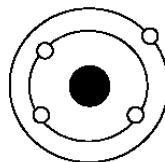
Pojam pobuđivanja atoma



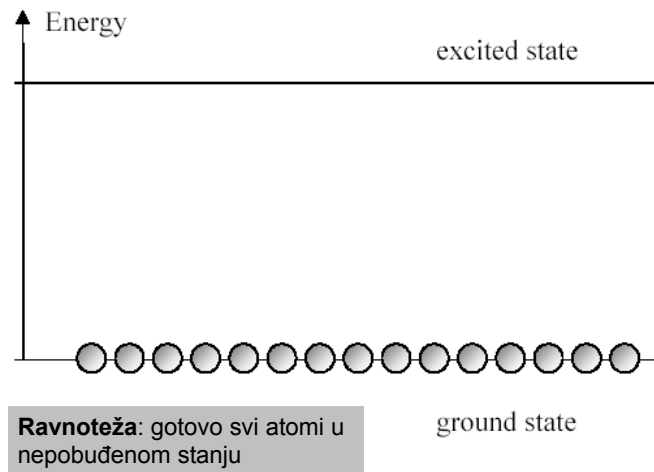
Atom u nepobuđenom stanju



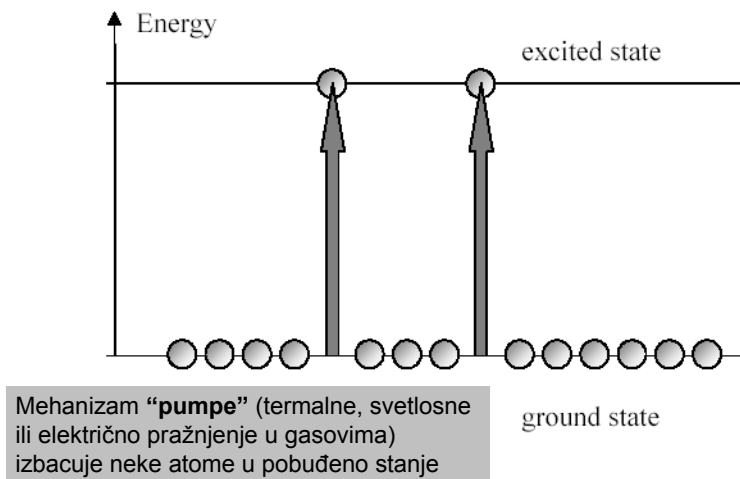
Atom u pobuđenom stanju



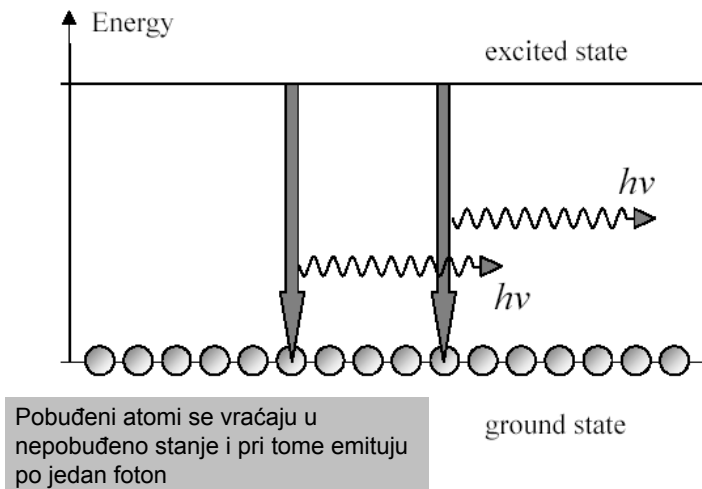
Generisanje svetlosti



Generisanje svetlosti



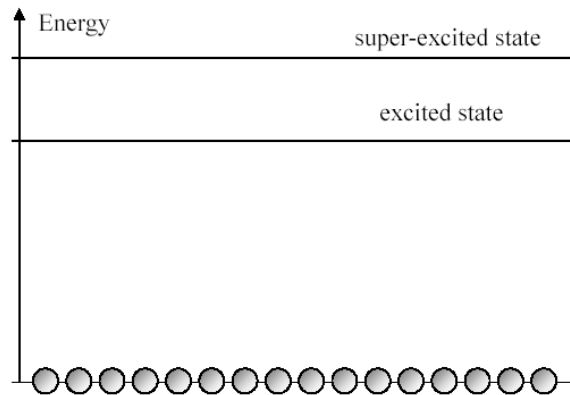
Generisanje svetlosti



Svetlosno pojačanje

- Potrebno je uspostaviti inverziju populacije atoma: većina atoma u pobuđenom stanju
- Inverziju nije moguće izvesti u materijalima koji imaju dva stanja (osnovno i pobuđeno)
- Inverzija se postiže u materijalima koji mogu imati bar tri ili najbolje četiri stanja
- Atom usled “upumpavanja” energije prelazi u “super-pobuđeno” stanje, gde se zadržava vrlo kratko i prelazi na pobuđeno stanje gde se zadržava duže
- Pri prelasku sa pobuđenog na osnovno stanje emituje foton

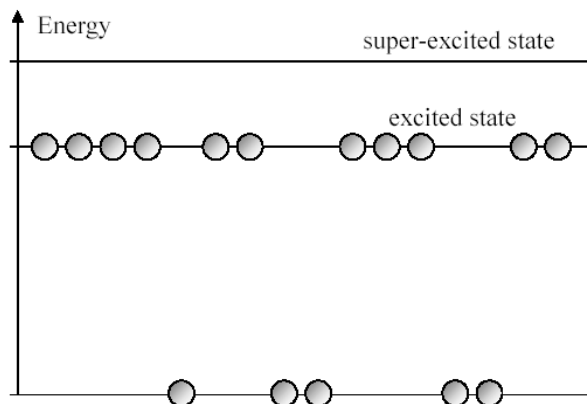
Svetlosno pojačanje



Ravnoteža: većina atoma u osnovnom stanju; moguće pobuđeno i super-pobuđeno stanje

ground state

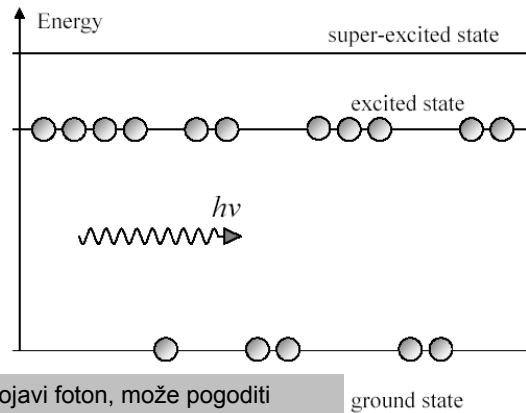
Svetlosno pojačanje



Upotrebom super-pobuđenog stanja kao kratkotrajno prelazno stanje, pumpa proizvodi inverziju populacije atoma

ground state

Svetlosno pojačanje

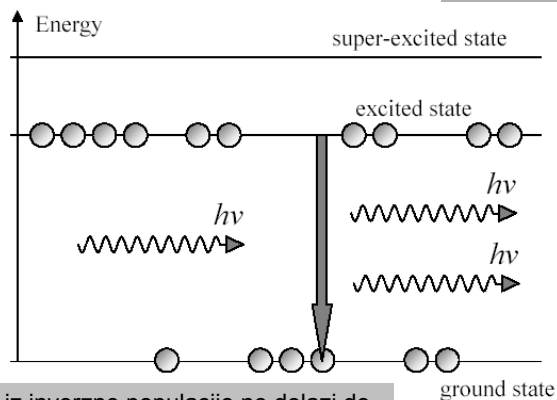


Kad se pojavi foton, može pogoditi pobuđen ili nepobuđen atom, zbog inverzije populacije veća je verovatnoća pogotka pobuđenog atoma.

ground state

Pogodak nepobuđenog atoma izaziva absorpciju fotona i prelazak atoma u pobuđeno stanje.

Svetlosno pojačanje

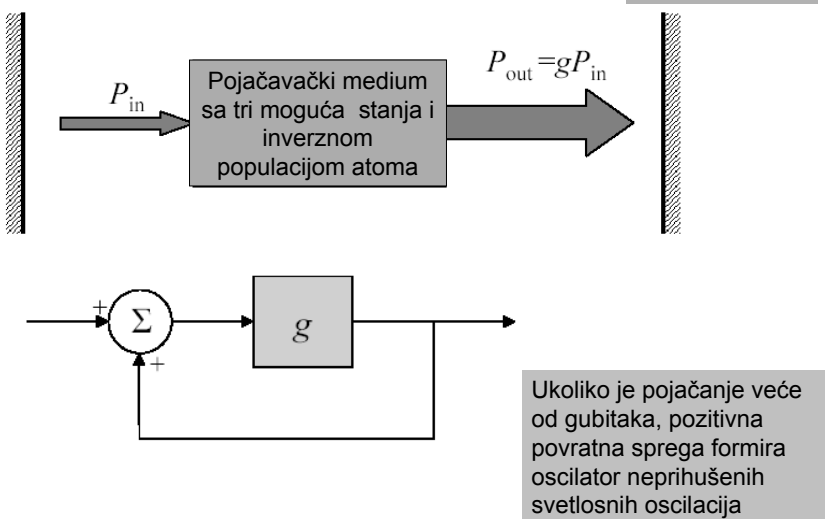


Kad foton pogodi atom iz inverzne populacije ne dolazi do njegove absorpcije već obara atom u osnovno stanje, usled čega se emituje novi foton. Ovo umnožavanje fotona se naziva stimulisana emisija i predstavlja proces pojačanja svetlosti.

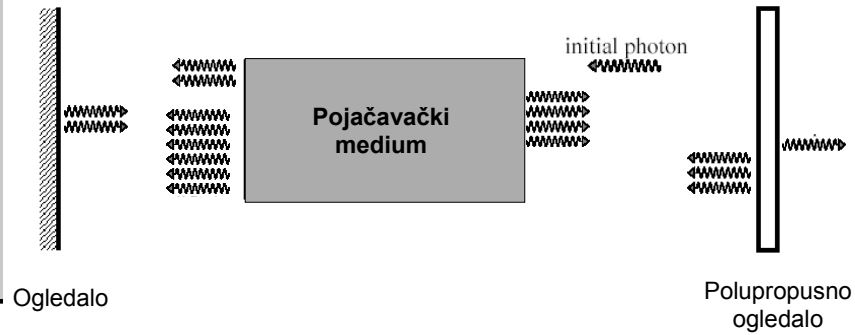
Stimulisana emisija fotona

- Novo emitovani foton je iste talasne dužine i iste faze sa fotonom koji je stimulisao pobuđeni atom na emisiju
- Stimulisana emisija stvara monohromatsku i prostorno koherentnu svetlost
- Pojačanje svetlosti se vrši na račun energije koju pumpa “upumpava” u pojačavački medium

Svetlosni pojačavač



Proces pojačanja svetlosti



Pregled izvora svetlosti

- Nelaserski
 - Termalni – inkadescetni
 - Polihromatsko
 - Nekoherentno
 - Električno pražnjenje u gasovima
 - Monohromatsko
 - Nekoherentno
 - LED diode
 - Monohromatsko
 - Nekoherentno
- Laserski
 - Kontinualni (CW)
 - Monohromatsko
 - Koherentno
 - HeNa, Ar⁺, laser diode
 - Impulsni
 - Kvazimonohromatsk
 - Koherentno
 - Impulsi od mikro do femtosekunde

Značajne karakteristike lasera

- Monohromatičnost je veoma dobro definisana
- Koherentnost
- Usmerenost
- Ostvarivi ekstremno visoki inteziteti svetlosnog zračenja
- Primer: Ar⁺ laser snage 1W može se fokusirati da stvori tačku od svega 10^{-8}cm^2
 - Svetlosni fluks iznosi 10^8w/cm^2 dok je svetlosni fluks kojim sunce u zenitu obasjava zemlju 0.14w/cm^2 ,a na samoj površini sunca je 10^4w/cm^2

Medicinske primene lasera

- Terapija
- Dijagnostika
- Hirurgija
- Primeri oblasti medicine koje koriste lasere:
 - Oftamologija
 - Neurohirurgija
 - Urologija
 - Otorinolaringologija
 - Dermatologija

Osnovne prednosti lasera

- Omogućuje kontrolisano, jako fokusirano zagrevanje tkiva
- Nema mehaničkog dodira sa tkivom na kom se interveniše
- Intervencija kroz tkivo (koje ima mali koeficijent absorpcije) bez njegovog oštećenja
- Moguća upotreba u endoskopiji
- Ekstremno tanak i čist rez sa vrlo malo krvarenja, brzo zarastanje i mali ožiljci
- Automatska kauterizacija (sprečavanje krvarenja) usled zagrevanja tkiva

Tipovi lasera u medicini

- Ar+ argonski – neurohirurgija, oftamologija, ginekologija i dermatologija
- HeNe helijum-neonski – dijagnostika
- CO₂ ugljendioksidni – opšta hirurgija
- Nd:YAG neodijum itrijum aluminijum garnet laser – opšta hirurgija

Kliničke primene

■ Kardiovaskularna medicina

- Uklanjanje naslaga sa zidova krvnih sudova
- Upotrebljavaju se optička vlakna za precizno usmeravanje svetlosnog snopa na tačno određeno mesto unutar krvnog suda
- Najbolji rezultati se postižu u koronarnim arterijama
- Najčešće CO₂ laser

Kliničke primene

■ Onkologija

- Otklanjanje tumora u grudnom košu
- Bronhoskopija u lokalnoj anesteziji
- Optičko vlakno dovodi svetlosni zrak na željeno mesto
- CO₂ i Nd:YAG laseri

Kliničke primene

■ Dermatologija

- Uklanjanje pigmentiranog tkiva
- Otklanjanje promena ispod epidermisa
 - Argonski snop prolazi kroz epidermis (spoljni sloj kože) sa minimalnom absorpcijom
 - Absorbuje se u kapilarima i rezultuje koagulacijom krvi u kapilarima
- Otklanjanje tetovaža iako ostaju promene na koži

Kliničke primene

■ Gastroenterologija

- Endoskopska primena Nd:YAG ili Ar⁺ lasera pri operaciji ulkusa (čira)
- Kritično krvarenje može biti kontrolisano u više od 70% slučajeva

■ Ginekologija

- Intervencije na uterusu
- Otklanjanje koncentrisanih promena i tumora
- CO₂ i Nd:YAG laseri

Kliničke primene

- Oftamologija
 - Argonski i kriptonski laseri
 - Intervencije na retini (mrežnjači)
 - Intervencija se obavlja kroz zenicu
- Otorinolaringologija
 - Uklanjanje tumora sa glasnih žica

Komercijalni medicinski laseri

Applications:

Urology
Gynecology
General Surgery
Dermatology
Plastic Surgery
Gastroenterology
Pulmonary



Karakteristike

<i>Laser type</i>	CW Nd:YAG laser
<i>Output modes</i>	continuous / repeated pulses / single pulse
<i>Output power (CW mode), W</i>	1...100
<i>Output power stability, %</i>	± 5
<i>Repeated pulse mode, sec</i>	pulse width: 0.02...60 interval: 0.02...10
<i>Beam delivery</i>	gas cooled optical fiber, SMA905 connector
<i>Aiming beam</i>	532 nm laser module
<i>Control panel</i>	8 programs; monitoring of output power, pulse duration, repetition interval; indication of cumulative energy, applied to tissue; error monitoring
<i>Power consumption, (single phase, 220V ± 10%, 50/60Hz), kVA</i>	≤ 4
<i>Cooling</i>	self-contained water-air cooling system
<i>Environmental conditions</i>	(15...27)°C ambient
<i>Dimensions, mm</i>	920 x 495 x 620
<i>Weight, kg</i>	76

Komercijalni laser za dermatološke primene

