

**Kunthavai Naacchiyaar Govt. Arts College for Women (Autonomous),
Thajavur-7.**

(Affiliated to Bharathidasan University, Tiruchirappalli)

DEPARTMENT OF PHYSICS



III NON MAJOR

ELECTIVE

LASER PHYSICS

Code:18K3PEL01

Prepared by,

1. **Mrs. K. Saritha,**

(Unit III)

Lecturer in Physics,
K. N. G. A. College,
Thanjavur.

2. **Dr. N. Nisha Banu,**

(Unit IV and V)

Lecturer in Physics,
K. N. G. A. College,
Thanjavur.

UNIT-III

Laser Principle

Introduction of Laser-Characteristics-High directionality-High Intensity-High monochromatic-Highly Coherent-Concept of Laser-Population Inversion-Condition for population Inversion-Methods for pumping action-Optical pumping- Electrical discharge - Direct Conversion-Active medium-Meta stable state- Basic components of a laser system.

LASER:

LASER stands for Light amplification by stimulated emission of radiation. Laser is a device which emits a powerful, monochromatic collimated beam of light. The emitted light waves are coherent in nature.

Characteristics of Laser:

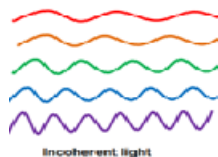
Laser light has four unique

Laser light has four unique characteristics that differentiate it from ordinary light these are

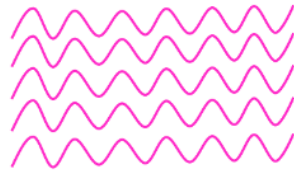
1. Coherence
2. Directionality
3. Monochromatic
4. High intensity

Coherence

The visible light is emitted when excited electrons jumped into the lower energy level. The process of electrons moving from higher energy level to lower energy level or lower energy level to higher energy level is called electron transition. In ordinary light source(lamp, sodium lamp and torch light) the electron transition occurs naturally.



In laser, the electron transition occurs artificially. In other words ,in electron transition occurs in specific time.All the photons emitted in laser have the same energy, frequency,or wavelength. In laser technique called stimulated emission is used to produce light.

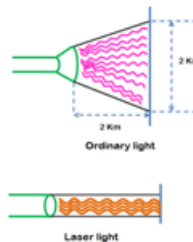


Coherent light waves

Thus, light generated by laser is highly coherent. Because of this coherence, a large amount of power can be concentrated in a narrow space.

Directionality

In laser, the electron transition occurs artificially. In Conventional light source, photons will travel in random direction. Therefore, these light source emit light in all directions. In other hand, in all photons will travel in same direction. Therefore, laser emits light only one direction. This is called directionality of laser light.



Monochromatic

Laser beam is highly monochromatic (i.e) the wavelength is single, whereas in ordinary light like mercury vapour lamp, many wavelength of light are emitted.

High Intensity

Since an ordinary light spreads in all directions, the intensity the target is very less. But in the case of laser, due to high directionality the intensity of laser beam reaching the target is of high intense beam. For example, 1 milli watt power of He-Ne laser appears to be brighter than the sunlight.

Difference between ordinary light and laser light

S. No	Ordinary light	Laser light
1	In ordinary light the angular spread is more	In laser light the angular spread is less
2	The are not directional	The are highly directional
3	It is less intense	It is highly intense
4	It is not coherent beam and is not in phase	It is not coherent beam and is in phase
5	The radiations are polychromatic	The radiations are monochromatic
6	Egs. Sunlight, Mercury, vapour lamp etc.	Egs. He-Ne laser, Co2 laser etc.

Basic Concept of LASER:

Laser is a narrow beam of light of a single wavelength (monochromatic) in which each wave is in phase (coherent) with other near it.

Laser apparatus is a device that produce an intense concentrated, and highly parallel beam of coherent light.

Basic Theory of LASER:

Atom composed of a nucleus and electron cloud

- If an incident photon is energetic enough, it may be absorbed by an atom, raising the latter to an excited state.
- It was pointed out by Einstein in 1917 that an excited atom can be revert to a lowest state via two distinctive mechanisms:

- spontaneous emission and
- stimulated emission.

spontaneous emission:

Each electron can drop back spontaneously to the ground state emitting photons.

stimulated emission:

Each electron is triggered into emission by the presence of electromagnetic radiation of the proper frequency. This is known as stimulated emission and it is a key to the operation of laser.

- e.g. emission from Laser
- Emitted photons bear no incoherent. It varies in phase from point to point and from moment to moment.
- e.g. emission from tungsten lamp.

Absorption:

Let us consider an atom that is initially in level 1 and interacts with an electromagnetic wave of frequency ν . The atom may now undergo a transition to level 2, absorbing the required energy from the incident radiation. This is well-known phenomenon of absorption.

Population Inversion:

Generally electrons tends to (ground state). What would happen if a substantial percentage of atoms could somehow be excited into an upper state leaving the lower state all empty? This is known as a population inversion. An incident of photon of proper frequency could then trigger an avalanche of stimulated photon- all in phase (Laser).

- Consider a gas enclosed in a vessel containing free atoms having a number of energy levels, at least one of which is Meta stable.
- By shining white light into this gas many atoms can be raised, through resonance, from the ground state to excited states.

Active Medium:

A medium in which population inversion can be achieved is known as active medium.

PUMPING ACTION:

It is essential requirement for producing a laser beam.

Methods of Pumping Action:

The methods commonly used for pumping action are:

1. Optical pumping (Excitation by Photons)
2. Electrical discharge method(Excitation by electrons)
3. Direct conversion
4. In elastic atom – atom collision between atoms

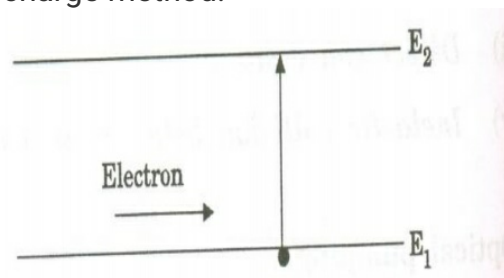
a. Optical Pumping:

When the atoms are exposed to light radiations energy $h\nu$, atoms in the lower energy state absorb these radiations and they go to the excited state. This method is called Optical pumping. It is used in solid state lasers like ruby laser and Nd-YAG laser. In ruby laser, xenon flash lamp is used as pumping source.

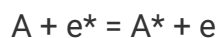
b. Electrical discharge method (Excitation by electrons)

In this method, the electrons are produced in an electrical discharge tube. These electrons are accelerated to high velocities by a strong electrical field. These accelerated electrons collide with the gas atoms.

By the process, energy from the electrons is transferred to gas atoms. Some atoms gain energy and they go to the excited state. This results in population inversion. This method is called Electrical discharge method.



It is represented by the equation



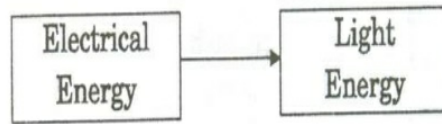
Where A – gas atom in the ground state

A^* = same gas atom in the excited state e^* = Electrons with higher Kinetic energy
 e – Same electron with lesser energy.

This method of pumping is used in gas lasers like argon and CO2 Laser.

c. Direct conversion

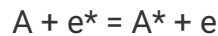
In this method, due to electrical energy applied in direct band gap semiconductor like Ga As, recombination of electrons and holes takes place. During the recombination process, the electrical energy is directly is converted into light energy.



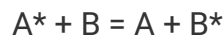
d. In elastic atom-atom collision:

In this method, a combination of two gases (Say A and B are used). The excited states of A and B nearly coincides in energy.

In the first step during the electrical discharge atoms of gas A are excited to their higher energy state A* (meta stable state) due to collision with the electrons .



Now A* atoms at higher energy state collide with b atoms in the lower state. Due to inelastic atom - atom collision B atoms gain energy and they are excited to a higher state B* . Hence, A atoms lose energy and return to lower state.



Meta stable state

Excited states (particularly electronic states in laser gain media) which have a relatively long lifetime due to slow radioactive and non-radioactive decay

Solid-state gain media usually have a meta stable electronic state as upper laser level, and often some additional meta stable states (energy levels). Such states occur in situations where neither radiative nor non-radiative processes can lead to a rapid depopulation of a certain state. Radiative processes can be strongly reduced if all transitions to lower levels are so-called forbidden transitions (or *weakly allowed transitions*), for which efficient dipole processes are not possible. Strong non-radiative decay processes can arise from multi-phonon transitions and from quenching caused by certain impurities, but such mechanisms can often be avoided. The upper-state lifetime, i.e. the lifetime of the upper laser level, can then be microseconds or even milliseconds – for example, typically around 8–10 ms for erbium-doped fiber amplifiers, or roughly 1–2 ms for ytterbium-doped gain media.

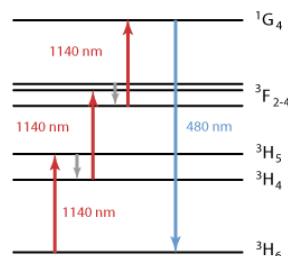


Figure 1: Level scheme of thulium (Tm³⁺) ions in ZBLAN fluoride fiber. The

levels 3H_4 , 3F_4 and 1G_4 are meta stable.

As an example, Figure 1 shows the energy level scheme of thulium (Tm^{3+}) ions. In fluoride fibers, having very low phonon energies, the levels 3H_4 , 3F_4 and 1G_4 are meta stable, whereas e.g. 3H_5 is quenched by multi-phonon processes which transfer the ions to 3H_4 . These circumstances make it possible to pump thulium ions efficiently into the 1G_4 level, from where blue light can be emitted. This is exploited in some up conversion fiber lasers. For thulium ions in silica fibers, 3F_4 has a much shorter lifetime, since multi-phonon processes are much stronger. Therefore, silica fibers are not usable for such up conversion lasers.

Generally, laser gain media do not have to exhibit meta stable levels; a short-lived level can still be used as the upper laser level provided that the emission cross sections are large enough. (For the threshold pump power, the $\sigma\tau$ product is the essential quantity.) However, long meta stable level lifetimes are very important for Q-switched lasers, as they permit significant energy storage. They also have a strong impact on the laser dynamics, including spiking phenomena. Finally, three-level laser transitions are hardly possible without meta stable levels, since a substantial upper-state population as needed for positive net gain would be difficult to achieve.

In laser modeling of doped-insulator solid-state lasers, one usually considers population only of meta stable states and the ground state, because only a vanishingly small proportion of the laser-active ions can be in other (short-lived) states. This can substantially simplify laser models.

Basic components of LASERS

The lasers mainly consist of three major components. These are Active medium, Pump, and resonator guide.

Active Medium

It can be in molecular or in atomic state. E.g., He, Ne, CO_2 , etc. It does the work of decreasing the radioactivity from E_2 to E_1 level i.e. from higher to lower energy level.

Pump

Pump is used for the achievement of population inversion. Pumping can be done in two ways. One is electrical discharge method and other is optical method. In optical method a flash lamp is used. This flash lamp is also used in ruby laser. This type of pumping is good for active gaseous medium.

Resonator guide

It basically provides the guidance about the simulated emission process. It is induced by high speed photons. Finally, a laser beam will be generated.

In other words if we will analyze the resonator guide then we will see that it is simply a pair of two plane mirrors M1 and M2. Both the mirrors are set up on an axis known as optic axis. Both the mirrors are placed parallel to each other. Mirror M1 is totally reflecting mirror but on the other hand mirror M2 is partially reflecting. An active medium is used between the both mirrors. This whole arrangement only filters those photons which came along the axis. All the other photons are rejected. This is the major reason that a laser beam having very high intensity is produced.

லேசர்:

கதிர்வீச்சின் தூண்டப்பட்ட உமிழ்வு மூலம் ஒளி பெருக்கத்தை லேசர் குறிக்கிறது. லேசர் என்பது ஒரு சக்திவாய்ந்த, ஒற்றை நிற மோதல் ஒளியை வெளிப்படுத்தும் ஒரு சாதனம் ஆகும். உமிழப்படும் ஒளி அலைகள் இயற்கையில் ஒத்திசைவானவை.

லேசரின் பண்புகள்:

லேசர் ஒளி நான்கு தனித்துவமானது

லேசர் ஒளியில் நான்கு தனித்துவமான பண்புகள் உள்ளன, அவை சாதாரண ஒளியிலிருந்து வேறுபடுகின்றன

1. ஒத்திசைவு
2. திசை
3. ஒற்றை நிற
4. அதிக தீவிரம்

ஒத்திசைவு

உற்சாகமான எலக்ட்ரான்கள் குறைந்த ஆற்றல் மட்டத்தில் குதிக்கும் போது புலப்படும் ஒளி வெளிப்படும். எலக்ட்ரான்கள் அதிக ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து குறைந்த ஆற்றல் மட்டத்திற்கு அல்லது குறைந்த ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து அதிக ஆற்றல் மட்டத்திற்கு நகரும் செயல்முறை எலக்ட்ரான் மாற்றம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. சாதாரண ஒளி மூலத்தில் (விளக்கு, சோடியம் விளக்கு மற்றும் டார்ச் லைட்) எலக்ட்ரான் மாற்றம் இயற்கையாகவே நிகழ்கிறது.

லேசரில், எலக்ட்ரான் மாற்றம் செயற்கையாக நிகழ்கிறது. வேறு வார்த்தைகளில் கூறுவதானால், எலக்ட்ரான் மாற்றம் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் நிகழ்கிறது. லேசரில் வெளிப்படும் அனைத்து ஃபோட்டான்களும் ஒரே ஆற்றல், அதிர்வெண் அல்லது அலைநீளத்தைக் கொண்டுள்ளன. தூண்டப்பட்ட உமிழ்வு எனப்படும் லேசர் நுட்பத்தில் ஒளியை உருவாக்க பயன்படுகிறது.

இதனால், லேசரால் உருவாக்கப்படும் ஒளி மிகவும் ஒத்திசைவானது. இந்த ஒத்திசைவின் காரணமாக, ஒரு பெரிய அளவிலான சக்தியை ஒரு குறுகிய இடத்தில் குவிக்க முடியும்.

திசை

லேசரில், எலக்ட்ரான் மாற்றம் செயற்கையாக நிகழ்கிறது. வழக்கமான ஒளி மூலத்தில், ஃபோட்டான்கள் சீரற்ற திசையில் பயணிக்கும். எனவே, இந்த ஒளி மூலங்கள் எல்லா திசைகளிலும் ஒளியை வெளியிடுகின்றன. மறுபுறம், எல்லா ஃபோட்டான்களிலும் ஒரே திசையில் பயணிக்கும். எனவே, லேசர் ஒளியை ஒரு திசையில் மட்டுமே வெளியிடுகிறது. இது லேசர் ஒளியின் திசை என அழைக்கப்படுகிறது.

ஒற்றை நிற

லேசர் கற்றை மிகவும் ஒற்றை நிறமுடையது (அதாவது) அலைநீளம் ஒற்றை, அதேசமயம் பாதரச நீராவி விளக்கு போன்ற சாதாரண ஒளியில், ஒளியின் பல அலைநீளங்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன.

அதிக தீவிரம்

ஒரு சாதாரண ஒளி எல்லா திசைகளிலும் பரவுவதால், இலக்கு தீவிரம் மிகக் குறைவு. ஆனால் லேசரைப் பொறுத்தவரை, அதிக திசைமாற்றத்தின் காரணமாக

இலக்கை அடையும் வேசர் கற்றைகளின் தீவிரம் அதிக தீவிரமான கற்றை கொண்டது. எடுத்துக்காட்டாக, ஹீ-நே வேசரின் 1 மில்லி வாட் சக்தி சூரிய ஒளியை விட பிரகாசமாகத் தோன்றுகிறது.

சாதாரண ஒளி மற்றும் வேசர் ஒளி இடையே வேறுபாடு

சாதாரண ஒளி

1 சாதாரண ஒளியில் கோண பரவல் அதிகமாக உள்ளது வேசர் ஒளியில் கோண பரவல் குறைவாக உள்ளது

2 திசையல்ல அவை அதிக திசை

3 இது குறைவான தீவிரம் இது மிகவும் தீவிரமானது

4 இது ஒத்திசைவான கற்றை அல்ல, கட்டத்தில் இல்லை இது ஒத்திசைவான கற்றை அல்ல, கட்டத்தில் உள்ளது

கதிர்வீச்சுகள் பாலிக்ரோமடிக் ஆகும் கதிர்வீச்சுகள் ஒரே வண்ணமுடையவை

6 முட்டை. சூரிய ஒளி, புதன், நீராவி விளக்கு போன்றவை. ஹீ-நே வேசர், கோ 2 வேசர் போன்றவை.

வேசர் ஒளி

வேசர் ஒளியில் கோண பரவல் குறைவாக உள்ளது

மிகவும் திசை

இது மிகவும் தீவிரமானது

இது ஒத்திசைவான கற்றை அல்ல, கட்டத்தில் உள்ளது

கதிர்வீச்சுகள் ஒரே வண்ணமுடையவை

முட்டை. ஹீ-நே வேசர், கோ 2 வேசர் போன்றவை.

வேசரின் அடிப்படைக் கோட்பாடு:

அணு ஒரு கரு மற்றும் எலக்ட்ரான் மேகத்தால் ஆனது

An ஒரு சம்பவம் ஃபோட்டான் போதுமான ஆற்றல் வாய்ந்ததாக இருந்தால், அது ஒரு அணுவால் உறிஞ்சப்பட்டு, பிந்தையதை ஒரு உற்சாகமான நிலைக்கு உயர்த்தும்.

17 1917 ஆம் ஆண்டில் ஐன்ஸ்டீனால் சுட்டிக்காட்டப்பட்டது, ஒரு உற்சாகமான அணுவை இரண்டு தனித்துவமான வழிமுறைகள் மூலம் மிகக் குறைந்த நிலைக்கு மாற்ற முடியும்:

தன்னிச்சையான உமிழ்வு மற்றும்

Em தூண்டப்பட்ட உமிழ்வு.

தன்னிச்சையான உமிழ்வு:

ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானும் தன்னிச்சையாக நிலத்தடி நிலை உமிழும் ஃபோட்டான்களைக் கைவிடலாம்.

தூண்டப்பட்ட உமிழ்வு:

ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானும் சரியான அதிர்வெண்ணின் மின்காந்த கதிர்வீச்சு இருப்பதால் உமிழ்வுக்கு தூண்டப்படுகிறது. இது தூண்டப்பட்ட உமிழ்வு என்று அழைக்கப்படுகிறது மற்றும் இது வேசரின் செயல்பாட்டிற்கு ஒரு முக்கியமாகும்.

எ.கா. லேசரிலிருந்து உமிழ்வு-

உமிழ்ப்படும் ஃபோட்டான்கள் பொருந்தாது. இது புள்ளி முதல் புள்ளி மற்றும் கணத்திலிருந்து கணம் வரை மாறுபடும்.-

எ.கா. டங்ஸ்டன் விளக்கில் இருந்து உமிழ்வு.-

உறிஞ்சுதல்:

ஆரம்பத்தில் நிலை 1 இல் உள்ள ஒரு அணுவைக் கருத்தில் கொள்வோம் மற்றும் அதிர்வெண் n இன் மின்காந்த அலைடன் தொடர்பு கொள்கிறோம். அணு இப்போது நிலை 2 க்கு மாறக்கூடும், சம்பவ கதிர்வீச்சிலிருந்து தேவையான சக்தியை உறிஞ்சிவிடும். இது உறிஞ்சுதலின் நன்கு அறியப்பட்ட நிகழ்வு.

மக்கள் தொகை தலைகீழ்:

பொதுவாக எலக்ட்ரான்கள் (தரை நிலை) முனைகின்றன. கணிசமான சதவீத அணுக்கள் எப்படியாவது ஒரு மேல் மாநிலத்தில் உற்சாகமடைய முடியுமானால் என்ன நடக்கும்? இது மக்கள் தொகை தலைகீழ் என அழைக்கப்படுகிறது. சரியான அதிர்வெண்ணின் ஃபோட்டானின் ஒரு சம்பவம் பின்னர் தூண்டப்பட்ட ஃபோட்டானின் பனிச்சரிவைத் தூண்டக்கூடும்- அனைத்தும் கட்டத்தில் (லேசர்).

செயலில் நடுத்தர:

மக்கள்தொகை தலைகீழ் அடையக்கூடிய ஒரு ஊடகம் செயலில் ஊடகம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

செயலில் உள்ள மையம்: மக்கள்தொகை தலைகீழ் அடைய அணுக்கள் உற்சாகமான நிலைக்கு உயர்த்தப்படும் பொருள் செயலில் உள்ள மையம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

உந்தி நடவடிக்கை:

லேசர் கற்றை உற்பத்தி செய்வதற்கு இது அவசியமான தேவை.

உந்தி நடவடிக்கை முறைகள்

1. ஆப்டிகல் பம்பிங் (ஃபோட்டான்களின் உற்சாகம்)
2. மின் வெளியேற்ற முறை (எலக்ட்ரான்களால் உற்சாகம்)
3. நேரடி மாற்றம்
4. மீள் அணுவில் - அணுக்களுக்கு இடையில் அணு மோதல்

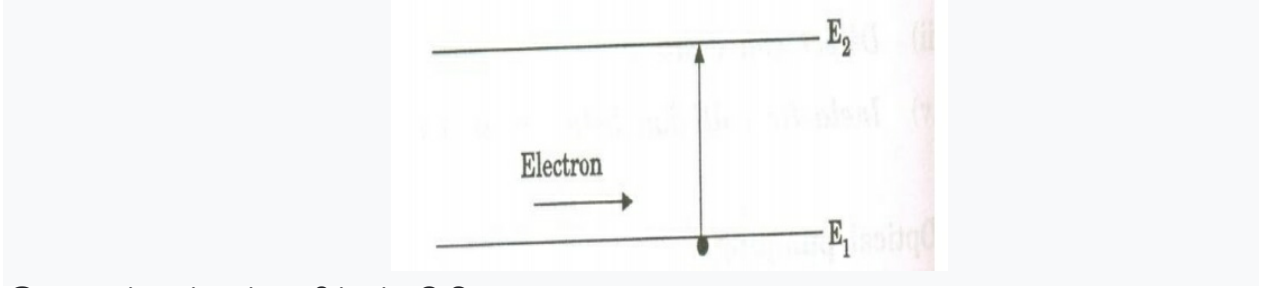
a. ஆப்டிகல் பம்பிங்:

ஒளி கதிர்வீச்சு ஆற்றல் எச்.வி.க்கு அணுக்கள் வெளிப்படும் போது, குறைந்த ஆற்றல் நிலையில் உள்ள அணுக்கள் இந்த கதிர்வீச்சுகளை உறிஞ்சி அவை உற்சாகமான நிலைக்குச் செல்கின்றன. இந்த முறை ஆப்டிகல் பம்பிங் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது ரூபி லேசர் மற்றும் Nd-YAG லேசர் போன்ற திட நிலை ஒளிக்கதிர்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ரூபி லேசரில், செனான் ஃபிளாஷ் விளக்கு உந்தி மூலமாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

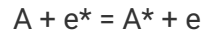
b. மின் வெளியேற்ற முறை (எலக்ட்ரான்களால் உற்சாகம்)

இந்த முறையில், எலக்ட்ரான்கள் மின் வெளியேற்றக் குழாயில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இந்த எலக்ட்ரான்கள் ஒரு வலுவான மின் புலத்தால் அதிக வேகத்திற்கு துரிதப்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த முடுக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் வாயு அணுக்களுடன் மோதுகின்றன.

செயல்முறை மூலம், எலக்ட்ரான்களிலிருந்து வரும் ஆற்றல் வாயு அணுக்களுக்கு மாற்றப்படுகிறது. சில அணுக்கள் ஆற்றலைப் பெறுகின்றன, மேலும் அவை உற்சாகமான நிலைக்குச் செல்கின்றன. இது மக்கள் தலைகீழாக மாறுகிறது. இந்த முறை மின் வெளியேற்ற முறை என்று அழைக்கப்படுகிறது.

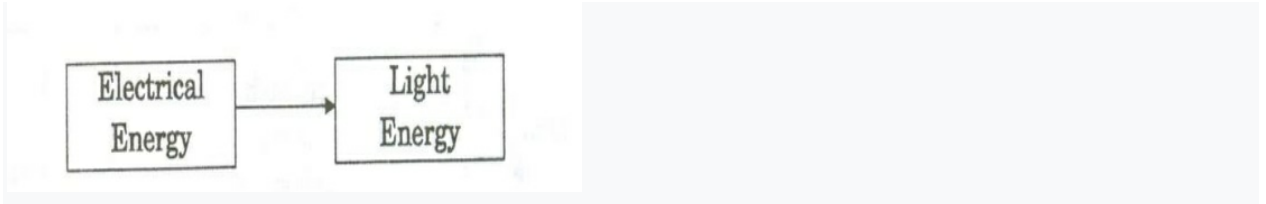


இது சமன்பாட்டால் குறிக்கப்படுகிறது



c. நேரடி மாற்றம்

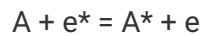
இந்த முறையில், கா அஸ் போன்ற நேரடி இசைக்குழு இடைவெளி குறைக்கடத்தியில் பயன்படுத்தப்படும் மின்சக்தி காரணமாக, எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் துளைகளின் மறுசீரமைப்பு நடைபெறுகிறது. மறுசீரமைப்பு செயல்பாட்டின் போது, மின் ஆற்றல் நேரடியாக ஒளி ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது.



d. மீள் அணு-அணு மோதலில்:

இந்த முறையில், இரண்டு வாயுக்களின் சேர்க்கை (சே A மற்றும் B பயன்படுத்தப்படுகின்றன). A மற்றும் B இன் உற்சாகமான நிலைகள் கிட்டத்தட்ட ஆற்றலுடன் ஒத்துப்போகின்றன.

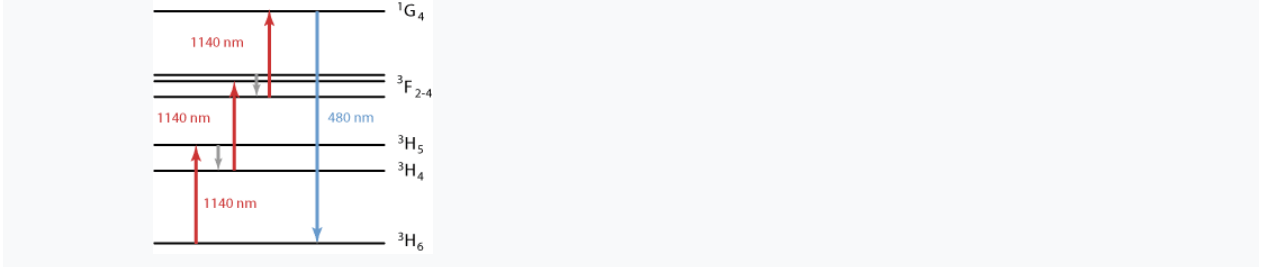
வாயு A இன் மின் வெளியேற்ற அணுக்களின் முதல் கட்டத்தில் எலக்ட்ரான்களுடன் மோதியதால் அவற்றின் அதிக ஆற்றல் நிலை A * (மெட்டாஸ்டபிள் நிலை) க்கு உற்சாகமாக இருக்கிறது.



மெட்டாஸ்டபிள் நிலை

மெதுவான கதிர்வீச்சு மற்றும் கதிர்வீச்சு அல்லாத சிதைவு காரணமாக ஒப்பீட்டளவில் நீண்ட ஆயுளைக் கொண்ட உற்சாகமான மாநிலங்கள் (குறிப்பாக லேசர் ஆதாய ஊடகங்களில் மின்னணு மாநிலங்கள்)

திட-நிலை ஆதாய மீடியா வழக்கமாக மேல் லேசர் மட்டமாக ஒரு மெட்டாஸ்டபிள் எலக்ட்ரானிக் நிலையைக் கொண்டுள்ளது, மேலும் பெரும்பாலும் சில கூடுதல் மெட்டாஸ்டபிள் மாநிலங்கள் (ஆற்றல் நிலைகள்). கதிரியக்க அல்லது கதிர்வீச்சு செயல்முறைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட மாநிலத்தின் விரைவான தேய்மானத்திற்கு வழிவகுக்காத சூழ்நிலைகளில் இத்தகைய நிலைகள் ஏற்படுகின்றன. குறைந்த மட்டங்களுக்கான அனைத்து மாற்றங்களும் தடைசெய்யப்பட்ட மாற்றங்கள் (அல்லது பலவீனமாக அனுமதிக்கப்பட்ட மாற்றங்கள்) என அழைக்கப்பட்டால் கதிரியக்க செயல்முறைகள் வலுவாக குறைக்கப்படலாம், இதற்காக திறமையான இருமுனை செயல்முறைகள் சாத்தியமில்லை. பல-ஃபோனான் மாற்றங்களிலிருந்தும், சில அசுத்தங்களால் ஏற்படும் தணிப்பிலிருந்தும் வலுவான கதிர்வீச்சு அல்லாத சிதைவு செயல்முறைகள் எழக்கூடும், ஆனால் இதுபோன்ற வழிமுறைகள் பெரும்பாலும் தவிர்க்கப்படலாம். மேல்-மாநில வாழ்நாள், அதாவது மேல் லேசர் மட்டத்தின் வாழ்நாள், பின்னர் மைக்ரோ விநாடிகள் அல்லது மில்லி விநாடிகளாக இருக்கலாம் - எடுத்துக்காட்டாக, பொதுவாக எர்பியம்-டோப் செய்யப்பட்ட ஃபைபர் பெருக்கிகளுக்கு சுமார் 8-10 எம்.எஸ், அல்லது யெட்டர்பியம்-டோப் செய்யப்பட்ட ஆதாயத்திற்கு சுமார் 1-2 எம்.எஸ். மீடியா.



படம் 1: ZBLAN ஃவுளரரைடு ஃபைபரில் உள்ள துலியம் (Tm^{3+}) அயனிகளின் நிலை திட்டம். $3H_4$, $3F_4$ மற்றும் $1G_4$ நிலைகள் அளவிடக்கூடியவை.

உதாரணமாக, படம் 1 துலியம் (Tm^{3+}) அயனிகளின் ஆற்றல் நிலை திட்டத்தைக் காட்டுகிறது. ஃவுளரரைடு இழைகளில், மிகக் குறைந்த ஃபோனான் ஆற்றல்களைக் கொண்டு, $3H_4$, $3F_4$ மற்றும் $1G_4$ அளவுகள் அளவிடக்கூடியவை, அதேசமயம் எ.கா. $3H_5$ பல ஃபோனான் செயல்முறைகளால் தணிக்கப்படுகிறது, இது அயனிகளை $3H_4$ க்கு மாற்றும். இந்த சூழ்நிலைகள் $1G_4$ நிலைக்கு துலியம் அயனிகளை திறமையாக பம்ப் செய்வதை சாத்தியமாக்குகின்றன, அங்கிருந்து நீல ஒளியை வெளியேற்ற முடியும். இது சில மேம்பாட்டு ஃபைபர் ஒளிக்கதிர்களில் சுரண்டப்படுகிறது. சிலிக்கா இழைகளில் உள்ள துலியம் அயனிகளைப் பொறுத்தவரை, $3F_4$ மிகக் குறுகிய ஆயுட்காலம் கொண்டது, ஏனெனில் பல ஃபோனான் செயல்முறைகள் மிகவும் வலுவானவை. எனவே, சிலிக்கா இழைகள் இத்தகைய மேம்பாட்டு ஒளிக்கதிர்களுக்குப் பொருந்தாது.

பொதுவாக, லேசர் ஆதாய மீடியா மெட்டாஸ்டபிள் அளவை வெளிப்படுத்த வேண்டியதில்லை; உமிழ்வு குறுக்குவெட்டுகள் போதுமான அளவு பெரியதாக இருப்பதால், மேல் லேசர் மட்டமாக குறுகிய கால அளவைப் பயன்படுத்தலாம். அவை ஸ்பைக்கிங் நிகழ்வுகள் உட்பட லேசர் இயக்கவியலிலும் வலுவான தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. இறுதியாக, மூன்று நிலை லேசர் மாற்றங்கள் அளவிட முடியாத அளவுகள் இல்லாமல் சாத்தியமில்லை, ஏனெனில் நேர்மறையான நிகர ஆதாயத்திற்கு தேவையான கணிசமான உயர்-மாநில மக்கள் அடைவது கடினம்.

டோப்-இன்சுலேட்டர் திட-நிலை ஒளிக்கதிர்களின் லேசர் மாதிரியில், ஒருவர் பொதுவாக மக்கள்தொகையை அளவிடக்கூடிய மாநிலங்கள் மற்றும் தரை நிலை என்று மட்டுமே

கருதுகிறார், ஏனெனில் லேசர்-செயலில் உள்ள அயனிகளின் மறைந்துபோகக்கூடிய சிறிய விகிதம் மட்டுமே பிற (குறுகிய கால) மாநிலங்களில் இருக்க முடியும். இது லேசர் மாதிரிகளை கணிசமாக எளிதாக்கும்.

லேசர்களின் அடிப்படை கூறுகள்:

ஒளிக்கதிர்கள் முக்கியமாக மூன்று முக்கிய கூறுகளைக் கொண்டுள்ளன. இவை செயலில் நடுத்தர, பம்ப் மற்றும் ரெசனேட்டர் வழிகாட்டி.

செயலில் நடுத்தர:

இது மூலக்கூறு அல்லது அணு நிலையில் இருக்கலாம். எ.கா., அவர், நே, CO₂, முதலியன கதிரியக்கத்தன்மையை E2 இலிருந்து E1 நிலைக்கு குறைக்கும் வேலையைச் செய்கிறது, அதாவது அதிக ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து குறைந்த ஆற்றல் மட்டத்திற்கு.

பம்ப்:

மக்கள் தலைகீழ் அடைய பம்ப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உந்தி இரண்டு வழிகளில் செய்யலாம். ஒன்று மின் வெளியேற்ற முறை, மற்றொன்று ஆப்டிகல் முறை. ஆப்டிகல் முறையில் ஒரு ஃபிளாஷ் விளக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த ஃபிளாஷ் விளக்கு ரூபி லேசரிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. செயலில் வாயு ஊடகத்திற்கு இந்த வகை உந்தி நல்லது. ரெசனேட்டர் வழிகாட்டி:

இது அடிப்படையில் உருவகப்படுத்தப்பட்ட உமிழ்வு செயல்முறை பற்றிய வழிகாட்டுதலை வழங்குகிறது. இது அதிவேக ஃபோட்டான்களால் தூண்டப்படுகிறது. இறுதியாக, ஒரு லேசர் கற்றை உருவாக்கப்படும்.

வேறு வார்த்தைகளில் கூறுவதானால், நாம் ரெசனேட்டர் வழிகாட்டியை பகுப்பாய்வு செய்தால், அது வெறுமனே ஒரு ஜோடி இரண்டு விமான கண்ணாடிகள் M1 மற்றும் M2 என்பதைக் காண்போம். இரண்டு கண்ணாடிகளும் பார்வை அச்சு எனப்படும் அச்சில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இரண்டு கண்ணாடிகளும் ஒருவருக்கொருவர் இணையாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. மிரர் எம் 1 முற்றிலும் கண்ணாடியை பிரதிபலிக்கிறது, ஆனால் மறுபுறம் கண்ணாடி எம் 2 ஓரளவு பிரதிபலிக்கிறது. இரண்டு கண்ணாடிகளுக்கும் இடையில் ஒரு செயலில் ஊடகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த முழு ஏற்பாடும் அச்சுடன் வந்த ஃபோட்டான்களை மட்டுமே வடிகட்டுகிறது. மற்ற ஃபோட்டான்கள் அனைத்தும் நிராகரிக்கப்படுகின்றன. மிக அதிக தீவிரம் கொண்ட லேசர் கற்றை உற்பத்தி செய்யப்படுவதற்கான முக்கிய காரணம் இதுதான்.

Unit – IV: LASER Types

Types of Lasers – Ruby laser- Helium-Neon laser- Dye laser- Nd-YAG laser

LASER stands for Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. A laser is a device which produces highly directional light. It emits light through a process called stimulated emission of radiation which increases the intensity of light. A laser is different from conventional light sources in four ways: coherence, directionality, monochromaticity, and high intensity. The light waves of ordinary light sources have many wavelengths. Hence, the photons emitted by ordinary light sources are out of phase. Thus, ordinary light is incoherent. On the other hand, the light waves of laser light have only one wavelength. Hence, all the photons emitted by laser light are in phase. Thus, laser light is coherent. The light waves from laser contain only one wavelength or color so it is known as monochromatic light. The laser beam is very narrow and can be concentrated on a very small area. This makes laser light highly directional. The laser light spreads in a small region of space. Hence, all the energy is concentrated on a narrow region. Therefore, laser light has greater intensity than the ordinary light.

Types of lasers

Lasers are classified into 4 types based on the type of laser medium used:

- *Solid-state laser*
- *Gas laser*
- *Liquid laser*
- *Semiconductor laser*

Solid-state laser

A solid-state laser is a laser that uses solid as a laser medium. In these lasers, glass or crystalline materials are used.

Ions are introduced as impurities into host material which can be a glass or crystalline. The process of adding impurities to the substance is called doping. Rare earth elements such as cerium (Ce), erbium (Eu), terbium (Tb) etc are most commonly used as dopants.

Materials such as sapphire (Al_2O_3), neodymium-doped yttrium aluminum garnet (Nd:YAG), Neodymium-doped glass (Nd:glass) and ytterbium-doped glass are used as host materials for laser medium. Out of these, neodymium-doped yttrium aluminum garnet (Nd:YAG) is most commonly used.

The first solid-state laser was a ruby laser. It is still used in some applications. In this laser, a ruby crystal is used as a laser medium. In solid-state lasers, light energy is used as pumping source. Light sources such as flashtube, flash lamps, arc lamps, or laser diodes are used to achieve pumping. Semiconductor lasers do not belong to this category because these lasers are usually electrically pumped and involve different physical processes.

Gas laser

A gas laser is a laser in which an electric current is discharged through a gas inside the laser medium to produce laser light. In gas lasers, the laser medium is in the gaseous state.

Gas lasers are used in applications that require laser light with very high beam quality and long coherence lengths.

In gas laser, the laser medium or gain medium is made up of the mixture of gases. This mixture is packed up into a glass tube. The glass tube filled with the mixture of gases acts as an active medium or laser medium.

A gas laser is the first laser that works on the principle of converting electrical energy into light energy. It produces a laser light beam in the infrared region of the spectrum at $1.15\ \mu\text{m}$.

Gas lasers are of different types: they are, Helium (He) – Neon (Ne) lasers, argon ion lasers, carbon dioxide lasers (CO₂ lasers), carbon monoxide lasers (CO lasers), excimer lasers, nitrogen lasers, hydrogen lasers, etc. The type of gas used to construct the laser medium can determine the lasers wavelength or efficiency.

Liquid laser

A liquid laser is a laser that uses the liquid as laser medium. In liquid lasers, light supplies energy to the laser medium.

A dye laser is an example of the liquid laser. A dye laser is a laser that uses an organic dye (liquid solution) as the laser medium.

A dye laser is made up of an organic dye mixed with a solvent. These lasers generate laser light from the excited energy states of organic dyes dissolved in liquid solvents. It produces laser light beam in the near ultraviolet (UV) to the near infrared (IR) region of the spectrum.

Semiconductor laser

Semiconductor lasers play an important role in our everyday life. These lasers are very cheap, compact size and consume low power. Semiconductor lasers are also known as laser diodes.

Semiconductor lasers are different from solid-state lasers. In solid-state lasers, light energy is used as the pump source whereas, in semiconductor lasers, electrical energy is used as the pump source.

In semiconductor lasers, a p-n junction of a semiconductor diode forms the active medium or laser medium. The optical gain is produced within the semiconductor material.

Ruby Laser

Ruby laser definition

A ruby laser is a solid-state laser that uses the synthetic ruby crystal as its laser medium. Ruby laser is the first successful laser developed by Maiman in 1960.

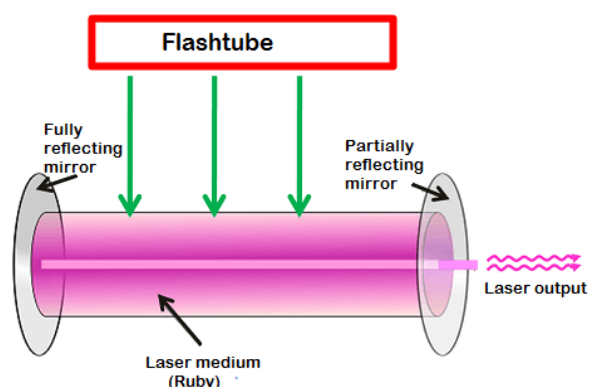
Ruby laser is one of the few solid-state lasers that produce visible light. It emits deep red light of wavelength $694.3\ \text{nm}$.

Construction of ruby laser

A ruby laser consists of three important elements: laser medium, the pump source, and the optical resonator.

Laser medium or gain medium in ruby laser

In a ruby laser, a single crystal of ruby (Al₂O₃ : Cr³⁺) in the form of cylinder acts as a laser medium or active medium. The laser medium (ruby) in the ruby laser is made of the host of sapphire (Al₂O₃) which is doped with small amounts of chromium ions (Cr³⁺). The ruby has good thermal properties.



Pump source or energy source in ruby laser

The pump source is the element of a ruby laser system that provides energy to the laser medium. In a ruby laser, population inversion is required to achieve laser emission. Population inversion is the process of achieving the greater population of higher energy state than the lower energy state. In order to achieve population inversion, we need to supply energy to the laser medium (ruby).

In a ruby laser, we use flashtube as the energy source or pump source. The flashtube supplies energy to the laser medium (ruby). When lower energy state electrons in the laser medium gain sufficient energy from the flashtube, they jump into the higher energy state or excited state.

Optical resonator

The ends of the cylindrical ruby rod are flat and parallel. The cylindrical ruby rod is placed between two mirrors. The optical coating is applied to both the mirrors. The process of depositing thin layers of metals on glass substrates to make mirror surfaces is called silvering. Each mirror is coated or silvered differently.

At one end of the rod, the mirror is fully silvered whereas, at another end, the mirror is partially silvered.

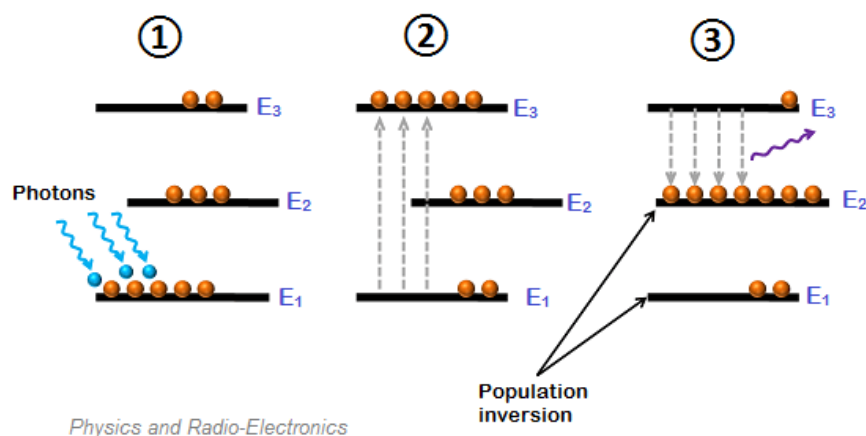
The fully silvered mirror will completely reflect the light whereas the partially silvered mirror will reflect most part of the light but allows a small portion of light through it to produce output laser light.

Working of ruby laser

The ruby laser is a three level solid-state laser. In a ruby laser, optical pumping technique is used to supply energy to the laser medium. Optical pumping is a technique in which light is used as energy source to raise electrons from lower energy level to the higher energy level. Consider a ruby laser medium consisting of three energy levels E_1 , E_2 , E_3 with N number of electrons.

We assume that the energy levels will be $E_1 < E_2 < E_3$. The energy level E_1 is known as ground state or lower energy state, the energy level E_2 is known as metastable state, and the energy level E_3 is known as pump state.

Let us assume that initially most of the electrons are in the lower energy state (E_1) and only a tiny number of electrons are in the excited states (E_2 and E_3)



When light energy is supplied to the laser medium (ruby), the electrons in the lower energy state or ground state (E_1) gains enough energy and jumps into the pump state (E_3).

The lifetime of pump state E3 is very small (10^{-8} sec) so the electrons in the pump state do not stay for long period. After a short period, they fall into the metastable state E2 by releasing radiationless energy. The lifetime of metastable state E2 is 10^{-3} sec which is much greater than the lifetime of pump state E3. Therefore, the electrons reach E2 much faster than they leave E2. This results in an increase in the number of electrons in the metastable state E2 and hence population inversion is achieved.

After some period, the electrons in the metastable state E2 falls into the lower energy state E1 by releasing energy in the form of photons. This is called spontaneous emission of radiation.

When the emitted photon interacts with the electron in the metastable state, it forcefully makes that electron fall into the ground state E1. As a result, two photons are emitted. This is called stimulated emission of radiation.

When these emitted photons again interacted with the metastable state electrons, then 4 photons are produced. Because of this continuous interaction with the electrons, millions of photons are produced.

In an active medium (ruby), a process called spontaneous emission produces light. The light produced within the laser medium will bounce back and forth between the two mirrors. This stimulates other electrons to fall into the ground state by releasing light energy. This is called stimulated emission. Likewise, millions of electrons are stimulated to emit light. Thus, the light gain is achieved.

The amplified light escapes through the partially reflecting mirror to produce laser light.

Nd:YAG laser

Nd:YAG laser definition

Neodymium-doped Yttrium Aluminum Garnet (Nd: YAG) laser is a solid state laser in which Nd: YAG is used as a laser medium.

These lasers have many different applications in the medical and scientific field for processes such as Lasik surgery and laser spectroscopy.

Nd: YAG laser is a four-level laser system, which means that the four energy levels are involved in laser action. These lasers operate in both pulsed and continuous mode.

Nd: YAG laser generates laser light commonly in the near-infrared region of the spectrum at 1064 nanometers (nm). It also emits laser light at several different wavelengths including 1440 nm, 1320 nm, 1120 nm, and 940 nm.

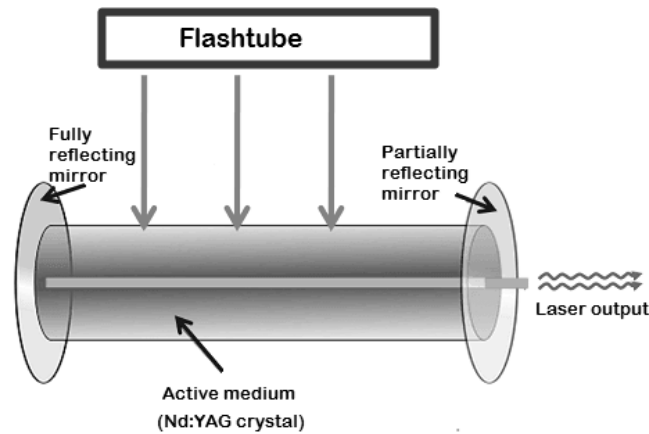
Nd: YAG laser construction

Nd:YAG laser consists of three important elements: an energy source, active medium, and optical resonator.

Energy source

The energy source or pump source supplies energy to the active medium to achieve population inversion. In Nd: YAG laser, light energy sources such as flashtube or laser diodes are used as energy source to supply energy to the active medium.

In the past, flashtubes are mostly used as pump source because of its low cost. However, nowadays, laser diodes are preferred over flashtubes because of its high efficiency and low cost.



Active medium

The active medium or laser medium of the Nd:YAG laser is made up of a synthetic crystalline material (Yttrium Aluminum Garnet (YAG)) doped with a chemical element (neodymium (Nd)). The lower energy state electrons of the neodymium ions are excited to the higher energy state to provide lasing action in the active medium.

Optical resonator

The Nd:YAG crystal is placed between two mirrors. These two mirrors are optically coated or silvered.

Each mirror is silvered or coated differently. One mirror is fully silvered whereas, another mirror is partially silvered. The mirror, which is fully silvered, will completely reflect the light and is known as fully reflecting mirror.

On the other hand, the mirror which is partially silvered will reflect most part of the light but allows a small portion of light through it to produce the laser beam. This mirror is known as a partially reflecting mirror.

Working of Nd:YAG laser

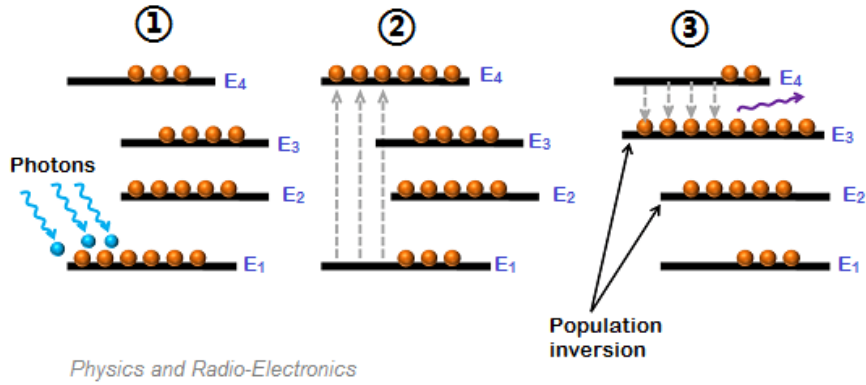
Nd: YAG laser is a four-level laser system, which means that the four energy levels are involved in laser action. The light energy sources such as flashtubes or laser diodes are used to supply energy to the active medium.

In Nd:YAG laser, the lower energy state electrons in the neodymium ions are excited to the higher energy state to achieve population inversion.

Consider a Nd:YAG crystal active medium consisting of four energy levels E_1 , E_2 , E_3 , and E_4 with N number of electrons. The number of electrons in the energy states E_1 , E_2 , E_3 , and E_4 will be N_1 , N_2 , N_3 , and N_4 .

Let us assume that the energy levels will be $E_1 < E_2 < E_3 < E_4$. The energy level E_1 is known as ground state, E_2 is the next higher energy state or excited state, E_3 is the metastable state or excited state and E_4 is the pump state or excited state. Let us assume that initially, the population will be $N_1 > N_2 > N_3 > N_4$.

When flashtube or laser diode supplies light energy to the active medium (Nd:YAG crystal), the lower energy state (E_1) electrons in the neodymium ions gains enough energy and moves to the pump state or higher energy state E_4 .

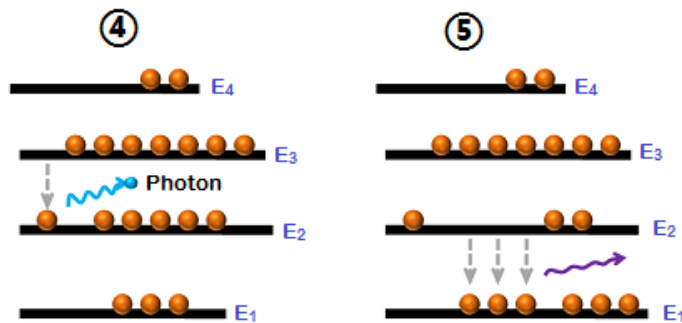


Physics and Radio-Electronics

The lifetime of pump state or higher energy state E₄ is very small (230 microseconds ($\hat{A}\mu\text{s}$)) so the electrons in the energy state E₄ do not stay for long period. After a short period, the electrons will fall into the next lower energy state or metastable state E₃ by releasing non-radiation energy (releasing energy without emitting photons).

The lifetime of metastable state E₃ is high as compared to the lifetime of pump state E₄. Therefore, the electrons reach E₃ much faster than they leave E₃. This results in an increase in the number of electrons in the metastable E₃ and hence population inversion is achieved.

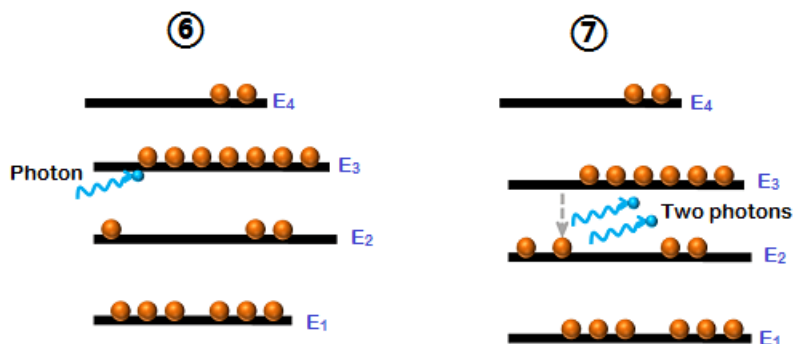
After some period, the electrons in the metastable state E₃ will fall into the next lower energy state E₂ by releasing photons or light. The emission of photons in this manner is called spontaneous emission.



Physics and Radio-Electronics

The lifetime of energy state E₂ is very small just like the energy state E₄. Therefore, after a short period, the electrons in the energy state E₂ will fall back to the ground state E₁ by releasing radiationless energy.

When photon emitted due to spontaneous emission is interacted with the other metastable state electron, it stimulates that electron and makes it fall into the lower energy state by releasing the photon. As a result, two photons are released. The emission of photons in this manner is called stimulated emission of radiation.



Physics and Radio-Electronics

When these two photons again interacted with the metastable state electrons, four photons are released. Likewise, millions of photons are emitted. Thus, optical gain is achieved.

Spontaneous emission is a natural process but stimulated emission is not a natural process. To achieve stimulated emission, we need to supply external photons or light to the active medium.

The Nd:YAG active medium generates photons or light due to spontaneous emission. The light or photons generated in the active medium will bounce back and forth between the two mirrors. This stimulates other electrons to fall into the lower energy state by releasing photons or light. Likewise, millions of electrons are stimulated to emit photons.

The light generated within the active medium is reflected many times between the mirrors before it escapes through the partially reflecting mirror.

Advantages of Nd:YAG laser

- Low power consumption
- Nd:YAG laser offers high gain.
- Nd:YAG laser has good thermal properties.
- Nd:YAG laser has good mechanical properties.
- The efficiency of Nd:YAG laser is very high as compared to the ruby laser.

Applications of Nd:YAG laser

Military

- Nd:YAG lasers are used in laser designators and laser rangefinders. A laser designator is a laser light source, which is used to target objects for attacking. A laser rangefinder is a rangefinder, which uses a laser light to determine the distance to an object.

Medicine

- Nd: YAG lasers are used to correct posterior capsular opacification (a condition that may occur after a cataract surgery).
- Nd:YAG lasers are used to remove skin cancers.

Manufacturing

- Nd:YAG lasers are used for etching or marking a variety of plastics and metals.
- Nd:YAG lasers are used for cutting and welding steel.

Helium-Neon laser

Helium-Neon laser definition

Helium-Neon laser is a type of gas laser in which a mixture of helium and neon gas is used as a gain medium. Helium-Neon laser is also known as He-Ne laser.

What is helium-neon laser?

At room temperature, a ruby laser will only emit short bursts of laser light, each laser pulse occurring after a flash of the pumping light. It would be better to have a laser that emits light continuously. Such a laser is called a continuous wave (CW) laser.

The helium-neon laser was the first continuous wave (CW) laser ever constructed. It was built in 1961 by Ali Javan, Bennett, and Herriott at Bell Telephone Laboratories.

Helium-neon lasers are the most widely used gas lasers. These lasers have many industrial and scientific uses and are often used in laboratory demonstrations of optics.

In He-Ne lasers, the optical pumping method is not used instead an electrical pumping method is used. The excitation of electrons in the He-Ne gas active medium is achieved by passing an electric current through the gas.

The helium-neon laser operates at a wavelength of 632.8 nanometers (nm), in the red portion of the visible spectrum.

Helium-neon laser construction

The helium-neon laser consists of three essential components:

- Pump source (high voltage power supply)
- Gain medium (laser glass tube or discharge glass tube)
- Resonating cavity

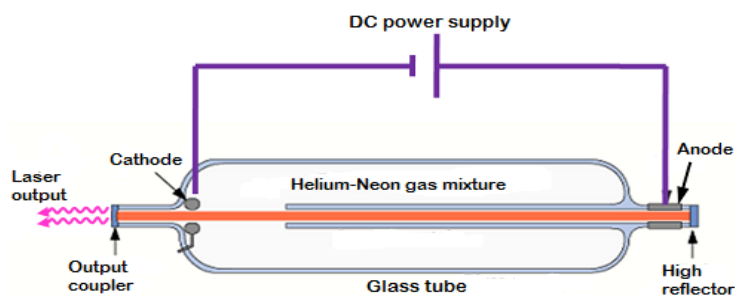
High voltage power supply or pump source

In order to produce the laser beam, it is essential to achieve population inversion. Population inversion is the process of achieving more electrons in the higher energy state as compared to the lower energy state.

In general, the lower energy state has more electrons than the higher energy state. However, after achieving population inversion, more electrons will remain in the higher energy state than the lower energy state.

In order to achieve population inversion, we need to supply energy to the gain medium or active medium. Different types of energy sources are used to supply energy to the gain medium.

In ruby lasers and Nd:YAG lasers, the light energy sources such as flashtubes or laser diodes are used as the pump source. However, in helium-neon lasers, light energy is not used as the pump source. In helium-neon lasers, a high voltage DC power supply is used as the pump source. A high voltage DC supplies electric current through the gas mixture of helium and neon.



Gain medium (discharge glass tube or glass envelope)

The gain medium of a helium-neon laser is made up of the mixture of helium and neon gas contained in a glass tube at low pressure. The partial pressure of helium is 1 mbar whereas that of neon is 0.1 mbar.

The gas mixture is mostly comprised of helium gas. Therefore, in order to achieve population inversion, we need to excite primarily the lower energy state electrons of the helium atoms.

In He-Ne laser, neon atoms are the active centers and have energy levels suitable for laser transitions while helium atoms help in exciting neon atoms.

Electrodes (anode and cathode) are provided in the glass tube to send the electric current through the gas mixture. These electrodes are connected to a DC power supply.

Resonating cavity

The glass tube (containing a mixture of helium and neon gas) is placed between two parallel mirrors. These two mirrors are silvered or optically coated.

Each mirror is silvered differently. The left side mirror is partially silvered and is known as output coupler whereas the right side mirror is fully silvered and is known as the high reflector or fully reflecting mirror.

The fully silvered mirror will completely reflect the light whereas the partially silvered mirror will reflect most part of the light but allows some part of the light to produce the laser beam.

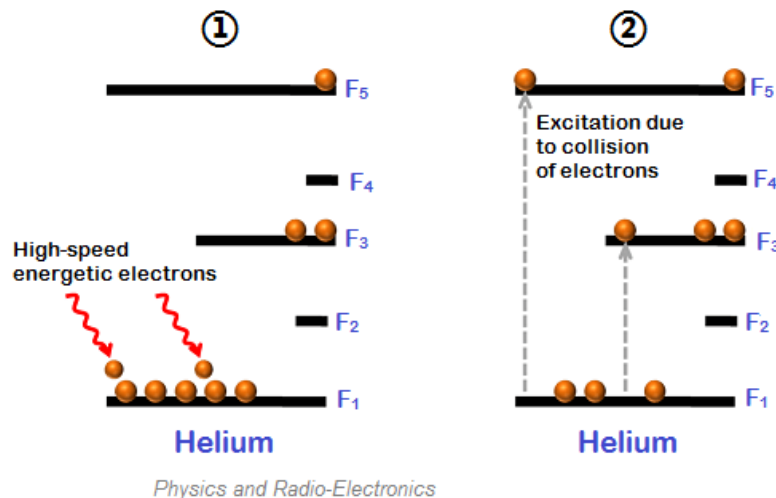
Working of helium-neon laser

In order to achieve population inversion, we need to supply energy to the gain medium. In helium-neon lasers, we use high voltage DC as the pump source. A high voltage DC produces energetic electrons that travel through the gas mixture.

The gas mixture in helium-neon laser is mostly comprised of helium atoms. Therefore, helium atoms observe most of the energy supplied by the high voltage DC.

When the power is switched on, a high voltage of about 10 kV is applied across the gas mixture. This power is enough to excite the electrons in the gas mixture. The electrons produced in the process of discharge are accelerated between the electrodes (cathode and anode) through the gas mixture.

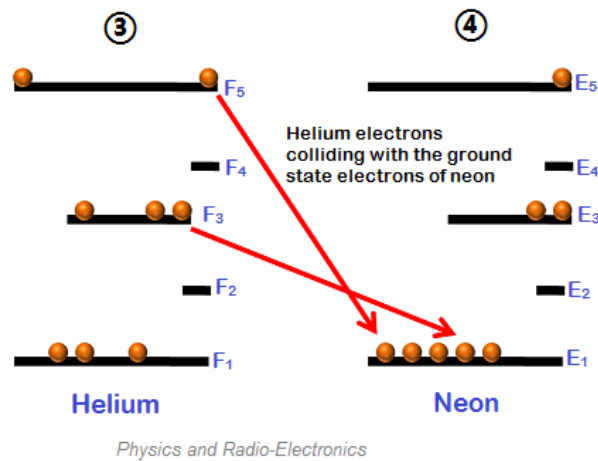
In the process of flowing through the gas, the energetic electrons transfer some of their energy to the helium atoms in the gas. As a result, the lower energy state electrons of the helium atoms gain enough energy and jumps into the excited states or metastable states. Let us assume that these metastable states are F3 and F5.



Physics and Radio-Electronics

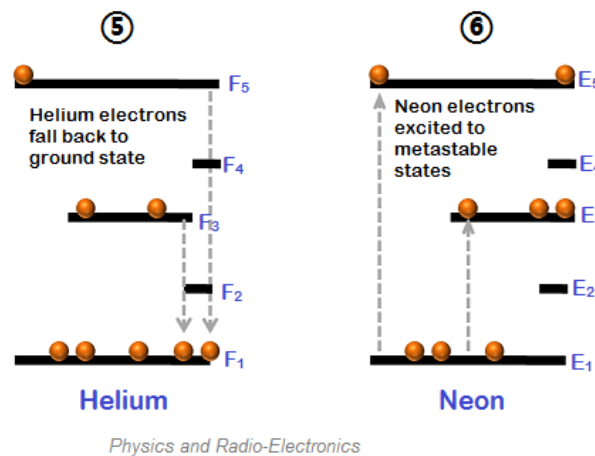
The metastable state electrons of the helium atoms cannot return to ground state by spontaneous emission. However, they can return to ground state by transferring their energy to the lower energy state electrons of the neon atoms.

The energy levels of some of the excited states of the neon atoms are identical to the energy levels of metastable states of the helium atoms. Let us assume that these identical energy states are $F3 = E3$ and $F5 = E5$. E3 and E5 are excited states or metastable states of neon atoms.



Physics and Radio-Electronics

Unlike the solid, a gas can move or flow between the electrodes. Hence, when the excited electrons of the helium atoms collide with the lower energy state electrons of the neon atoms, they transfer their energy to the neon atoms. As a result, the lower energy state electrons of the neon atoms gain enough energy from the helium atoms and jumps into the higher energy states or metastable states (E₃ and E₅) whereas the excited electrons of the helium atoms will fall into the ground state. Thus, helium atoms help neon atoms in achieving population inversion.



Physics and Radio-Electronics

Likewise, millions of ground state electrons of neon atoms are excited to the metastable states. The metastable states have the longer lifetime. Therefore, a large number of electrons will remain in the metastable states and hence population inversion is achieved.

After some period, the metastable states electrons (E₃ and E₅) of the neon atoms will spontaneously fall into the next lower energy states (E₂ and E₄) by releasing photons or red light. This is called spontaneous emission.

The neon excited electrons continue on to the ground state through radiative and nonradiative transitions. It is important for the continuous wave (CW) operation.

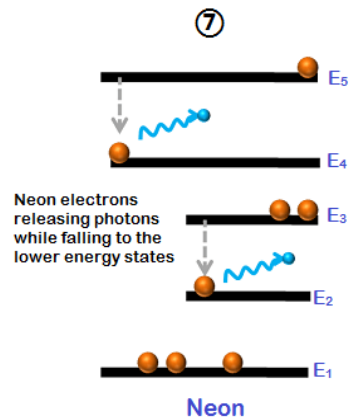
The light or photons emitted from the neon atoms will moves back and forth between two mirrors until it stimulates other excited electrons of the neon atoms and causes them to emit light. Thus, optical gain is achieved. This process of photon emission is called stimulated emission of radiation.

The light or photons emitted due to stimulated emission will escape through the partially reflecting mirror or output coupler to produce laser light.

Advantages of helium-neon laser

- Helium-neon laser emits laser light in the visible portion of the spectrum.
- High stability

- Low cost
- Operates without damage at higher temperatures



Disadvantages of helium-neon laser

- Low efficiency
- Low gain
- Helium-neon lasers are limited to low power tasks

Applications of helium-neon lasers

- Helium-neon lasers are used in industries.
- Helium-neon lasers are used in scientific instruments.
- Helium-neon lasers are used in the college laboratories.

Dye Laser (A Liquid Laser)

The Dye Laser is a Liquid Laser. Liquid lasers are those lasers which use liquid as an active medium. In dye laser the liquid material called dye (for example rhodamine B, sodium fluorescein and rhodamine 6G) is used as an active medium, which causes to produce laser light.

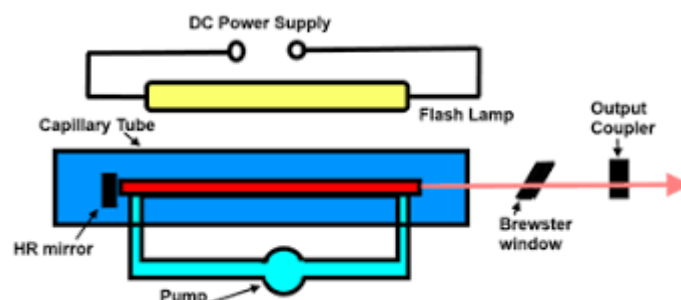
Characteristics of Dye Lasers

The dye lasers produce output whose wavelengths are in the visible, ultra violet and near infrared spectrum. Which usually depending on the dye used wave lengths therefore vary from 390 to 1000nm.

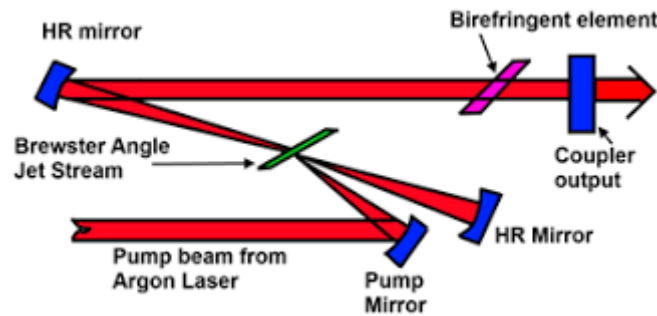
The output power of dye lasers can be considered to start from 1 watt with no theoretical upward limit. The output beam diameter is typically 0.5mm and the beam divergence is from 0.8 to 2 milli radians. The conversion efficiency of the light from the pumping source to an output from the dye laser is relatively high approximately 25%.

Construction of Dye Liquid Lasers

The dye lasers can be constructed in two possible ways, according to their pumping methods. The 1st configuration can be shown as



In the shown configuration, the dye is pumped through the capillary tube from a storage tank. While in capillary tubes it is optically excited by flash lamp. The output of the laser passes through a Brewster window to the output coupler which is 50% reflective mirror. The 2nd configuration can be shown as



In this shown configuration, the dye is pumped through the nozzle at high speed to form a Brewster angle jet stream. The excitation mechanism for this laser is a second laser (e.g. argon laser). The laser beam reflected from two HR (high Reflective) mirrors to the output coupler again the output coupler is about 50% reflective. The birefringent filter/element is used to tune the laser to one of a given range of frequencies.

Working / Function of Dye Lasers

We know that active medium used in a dye laser can be one of organic dyes. The medium is dissolved in a solvent such as water, alcohol or ethylene glycol.

The organic dyes such as rhodamine B, sodium fluorsin for example chemical formula for one of these dyes rhodamine-B is $C_{28}H_{31}$. It is therefore very difficult to determine the element that actually lases. For this reason we will simply say that some organic dye will lase.

Note that the organic dye laser produces a range of wavelengths. For example rhodamine-B produces wavelengths in the 590nm to 660nm range. However the amount of amplification varies across the range of frequencies, with max output at about 618nm.

By using the birefringent filter, it is possible to tune the laser to specific output frequency. This filter bends the different wavelengths much the same as a prism but to as much greater extent. This makes it possible to tune the laser with great deal of accuracy.

Application of Dye Lasers

- Dye lasers are mostly used as a research tool in medical applications

Advantages of Dye Lasers

- It is available in visible form (also in non-visible)
- Range of wavelengths can be produced by the using dye lasers.
- Beam diameter is very less.
- Its beam divergence (0.8 milli radians to 2 milli radians) is also less from many lasers beam divergence.
- Construction of dye laser is not so complex.
- Having the greater efficiency 25%.
- High output power is also possible with dye lasers

Disadvantages of Dye Lasers

- Cost of dye lasers is very high.
- Some cases need other laser beam.

- To tune at one frequency, the laser uses birefringent element or filter making it more costly.
- In dye lasers it is very difficult to determine the element that actually lases because dye has complex chemical formula.

Unit – IV: LASER Types

லேசர் என்பது கதிர்வீச்சின் தூண்டப்பட்ட உமிழ்வால் ஒளி பெருக்கத்தைக் குறிக்கிறது. லேசர் என்பது அதிக திசை ஒளியை உருவாக்கும் சாதனம். இது கதிர்வீச்சின் தூண்டப்பட்ட உமிழ்வு எனப்படும் ஒரு செயல்முறையின் மூலம் ஒளியை வெளியிடுகிறது, இது ஒளியின் தீவிரத்தை அதிகரிக்கிறது. ஒரு லேசர் வழக்கமான ஒளி மூலங்களிலிருந்து நான்கு வழிகளில் வேறுபட்டது: ஒத்திசைவு, திசை, ஒரே வண்ணமுடையது மற்றும் அதிக தீவிரம். சாதாரண ஒளி மூலங்களின் ஒளி அலைகள் பல அலைநீளங்களைக் கொண்டுள்ளன. எனவே, சாதாரண ஒளி மூலங்களால் வெளிப்படும் ஃபோட்டான்கள் கட்டத்திற்கு வெளியே உள்ளன. இதனால், சாதாரண ஒளி பொருத்தமற்றது. மறுபுறம், லேசர் ஒளியின் ஒளி அலைகள் ஒரே ஒரு அலைநீளத்தைக் கொண்டிருக்கின்றன. எனவே, லேசர் ஒளியால் வெளிப்படும் அனைத்து ஃபோட்டான்களும் கட்டத்தில் உள்ளன. இதனால், லேசர் ஒளி ஒத்திசைவானது. லேசரிலிருந்து வரும் ஒளி அலைகள் ஒரே ஒரு அலைநீளம் அல்லது நிறத்தைக் கொண்டிருக்கின்றன, எனவே இது ஒற்றை நிற ஒளி என்று அழைக்கப்படுகிறது. லேசர் கற்றை மிகவும் குறுகலானது மற்றும் மிகச் சிறிய பகுதியில் குவிக்கப்படலாம். இது லேசர் ஒளியை மிகவும் திசையாக்குகிறது. லேசர் ஒளி ஒரு சிறிய பகுதியில் பரவுகிறது. எனவே, அனைத்து ஆற்றலும் ஒரு குறுகிய பகுதியில் குவிந்துள்ளது. எனவே, லேசர் ஒளி சாதாரண ஒளியை விட அதிக தீவிரத்தை கொண்டுள்ளது.

பயன்படுத்தப்படும் லேசர் ஊடகத்தின் வகையின் அடிப்படையில் லேசர்கள் 4 வகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன:

- திட-நிலை லேசர்
- எரிவாயு லேசர்
- திரவ லேசர்
- செமிகண்டக்டர் லேசர்

திட-நிலை லேசர்

திட-நிலை லேசர் என்பது லேசர் ஊடகமாக திடத்தைப் பயன்படுத்தும் லேசர் ஆகும். இந்த ஒளிக்கதிர்களில், கண்ணாடி அல்லது படிக பொருட்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அயனிகள் ஒரு கண்ணாடி அல்லது படிகமாக இருக்கக்கூடிய ஹோஸ்ட் பொருளில் அசுத்தங்களாக அறிமுகப்படுத்தப்படுகின்றன. பொருளுக்கு அசுத்தங்களைச் சேர்க்கும் செயல்முறை ஊக்கமருந்து என்று அழைக்கப்படுகிறது. அரிதான பூமி கூறுகளான சீரியம் (சி), எர்பியம் (யூ), டெர்பியம் (டிபி) போன்றவை பொதுவாக டோபண்டுகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சபையர் (அல் 2 ஓ 3), நியோடைமியம்-டோப் செய்யப்பட்ட யட்ரியம் அலுமினிய கார்னெட் (என்.டி: யாக்), நியோடைமியம்-டோப் செய்யப்பட்ட கண்ணாடி (என்.டி: கண்ணாடி) மற்றும் யெட்டர்பியம்-டோப் செய்யப்பட்ட கண்ணாடி போன்ற பொருட்கள் லேசர் ஊடகத்திற்கான ஹோஸ்ட் பொருட்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றில், நியோடைமியம்-டோப் செய்யப்பட்ட யட்ரியம் அலுமினிய கார்னெட் (Nd: YAG) பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

முதல் திட நிலை லேசர் ஒரு ரூபி லேசர். இது இன்னும் சில பயன்பாடுகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த லேசரில், ஒரு ரூபி படிகமானது லேசர் ஊடகமாக

பயன்படுத்தப்படுகிறது. திட-நிலை ஒளிக்கதிர்களில், ஒளி ஆற்றல் உந்தி மூலமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஃபிளாஷ் டியூப், ஃபிளாஷ் விளக்குகள், ஆர்க் விளக்குகள் அல்லது லேசர் டையோட்கள் போன்ற ஒளி மூலங்கள் உந்தி அடைய பயன்படுத்தப்படுகின்றன. குறைக்கடத்தி ஒளிக்கதிர்கள் இந்த வகையைச் சேர்ந்தவை அல்ல, ஏனெனில் இந்த ஒளிக்கதிர்கள் பொதுவாக மின்சாரம் பம்பு செய்யப்படுகின்றன மற்றும் வெவ்வேறு உடல் செயல்முறைகளை உள்ளடக்குகின்றன.

எரிவாயு லேசர்

ஒரு வாயு லேசர் என்பது லேசர் ஆகும், இதில் லேசர் ஒளியை உருவாக்க லேசர் ஊடகத்திற்குள் ஒரு வாயு வழியாக மின்சாரம் வெளியேற்றப்படுகிறது. வாயு ஒளிக்கதிர்களில், லேசர் ஊடகம் வாயு நிலையில் உள்ளது.

மிக உயர்ந்த பீம் தரம் மற்றும் நீண்ட ஒத்திசைவு நீளங்களைக் கொண்ட லேசர் ஒளி தேவைப்படும் பயன்பாடுகளில் எரிவாயு ஒளிக்கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வாயு லேசரில், லேசர் ஊடகம் அல்லது ஆதாய ஊடகம் வாயுக்களின் கலவையால் ஆனது. இந்த கலவை ஒரு கண்ணாடிக் குழாயில் நிரம்பியுள்ளது. வாயுக்களின் கலவையால் நிரப்பப்பட்ட கண்ணாடிக் குழாய் செயலில் உள்ள ஊடகம் அல்லது லேசர் ஊடகமாக செயல்படுகிறது.

மின்சார ஆற்றலை ஒளி ஆற்றலாக மாற்றும் கொள்கையின் அடிப்படையில் செயல்படும் முதல் லேசர் ஒரு வாயு லேசர் ஆகும். இது ஸ்பெக்ட்ரமின் அகச்சிவப்பு பகுதியில் 1.15 .m இல் லேசர் ஒளி கற்றை உருவாக்குகிறது.

எரிவாயு ஒளிக்கதிர்கள் வெவ்வேறு வகைகளாகும்: அவை, ஹீலியம் (அவர்) - நியான் (நே) ஒளிக்கதிர்கள், ஆர்கான் அயன் ஒளிக்கதிர்கள், கார்பன் டை ஆக்சைடு ஒளிக்கதிர்கள் (CO₂ ஒளிக்கதிர்கள்), கார்பன் மோனாக்சைடு ஒளிக்கதிர்கள் (CO ஒளிக்கதிர்கள்), எக்ஸைமர் ஒளிக்கதிர்கள், நைட்ரஜன் ஒளிக்கதிர்கள், ஹைட்ரஜன் ஒளிக்கதிர்கள், முதலியன லேசர் ஊடகத்தை உருவாக்க பயன்படும் வாயு வகை ஒளிக்கதிர்கள் அலைநீளம் அல்லது செயல்திறனை தீர்மானிக்க முடியும்.

திரவ லேசர்

ஒரு திரவ லேசர் என்பது ஒரு லேசர் ஆகும், இது திரவத்தை லேசர் ஊடகமாகப் பயன்படுத்துகிறது. திரவ ஒளிக்கதிர்களில், ஒளி லேசர் ஊடகத்திற்கு ஆற்றலை வழங்குகிறது.

ஒரு சாய லேசர் திரவ லேசருக்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டு. ஒரு சாய லேசர் என்பது லேசர் ஊடகமாக ஒரு கரிம சாயத்தை (திரவ தீர்வு) பயன்படுத்தும் லேசர் ஆகும்.

ஒரு சாய லேசர் ஒரு கரைப்பான் கலந்த கரிம சாயத்தால் ஆனது. இந்த ஒளிக்கதிர்கள் திரவ கரைப்பான்களில் கரைந்த கரிம சாயங்களின் உற்சாகமான ஆற்றல் நிலைகளிலிருந்து லேசர் ஒளியை உருவாக்குகின்றன. இது ஸ்பெக்ட்ரமின் அருகிலுள்ள அகச்சிவப்பு (ஐஆர்) பகுதிக்கு அருகிலுள்ள புற ஊதா (யு.வி) இல் லேசர் ஒளி கற்றை உருவாக்குகிறது.

செமிகண்டக்டர் லேசர்

நமது அன்றாட வாழ்க்கையில் குறைக்கடத்தி ஒளிக்கதிர்கள் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. இந்த ஒளிக்கதிர்கள் மிகவும் மலிவானவை, சிறிய அளவு மற்றும்

குறைந்த சக்தியைப் பயன்படுத்துகின்றன. குறைக்கடத்தி ஒளிக்கதிர்கள் லேசர் டையோட்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

குறைக்கடத்தி ஒளிக்கதிர்கள் திட-நிலை ஒளிக்கதிர்களிடமிருந்து வேறுபடுகின்றன. திட-நிலை ஒளிக்கதிர்களில், ஒளி ஆற்றல் பம்ப் மூலமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது, குறைக்கடத்தி ஒளிக்கதிர்களில், மின் ஆற்றல் பம்ப் மூலமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

குறைக்கடத்தி ஒளிக்கதிர்களில், ஒரு குறைக்கடத்தி டையோடின் p-n சந்தி செயலில் நடுத்தர அல்லது லேசர் ஊடகத்தை உருவாக்குகிறது. ஒளியியல் ஆதாயம் குறைக்கடத்தி பொருளுக்குள் தயாரிக்கப்படுகிறது.

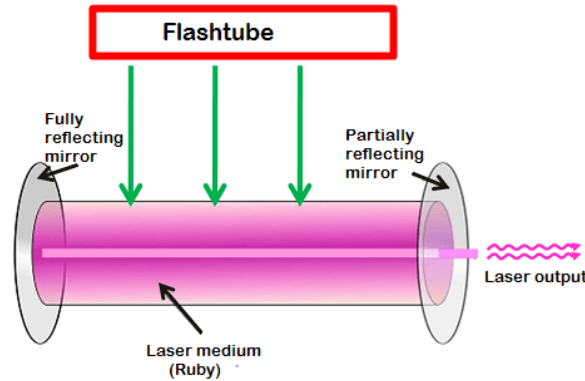
ரூபி லேசர்

ரூபி லேசர் என்பது ஒரு திட-நிலை லேசர் ஆகும், இது செயற்கை ரூபி படிகத்தை அதன் லேசர் ஊடகமாகப் பயன்படுத்துகிறது. ரூபி லேசர் 1960 இல் மைமனால் உருவாக்கப்பட்ட முதல் வெற்றிகரமான லேசர் ஆகும்.

காணக்கூடிய ஒளியை உருவாக்கும் சில திட-நிலை ஒளிக்கதிர்களில் ரூபி லேசர் ஒன்றாகும். இது அலைநீளத்தின் ஆழமான சிவப்பு ஒளியை 694.3 என்.எம்.

ஒரு ரூபி லேசர் மூன்று முக்கியமான கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது: லேசர் ஊடகம், பம்ப் மூல மற்றும் ஆப்டிகல் ரெசனேட்டர்.

ஒரு ரூபி லேசரில், சிலிண்டர் வடிவத்தில் ரூபி ஒற்றை படிகம் ($Al_2O_3: Cr^{3+}$) லேசர் ஊடகம் அல்லது செயலில் உள்ள ஊடகமாக செயல்படுகிறது. ரூபி லேசரில் உள்ள லேசர் ஊடகம் (ரூபி) சபையர் (Al_2O_3) ஹோஸ்டால் ஆனது, இது சிறிய அளவு குரோமியம் அயனிகளுடன் (Cr^{3+}) அளவிடப்படுகிறது. ரூபி நல்ல வெப்ப பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது.



பம்ப்

மூலமானது லேசர்

ஊடகத்திற்கு ஆற்றலை வழங்கும் ரூபி லேசர் அமைப்பின் உறுப்பு ஆகும். ஒரு ரூபி லேசரில், லேசர் உமிழ்வை அடைய மக்கள் தலைகீழ் தேவை. மக்கள்தொகை தலைகீழ் என்பது குறைந்த ஆற்றல் நிலையை விட அதிக ஆற்றல் மாநிலத்தின் அதிக மக்கள் தொகையை அடைவதற்கான செயல்முறையாகும். மக்கள்தொகை தலைகீழ் அடைய, நாம் லேசர் ஊடகத்திற்கு (ரூபி) ஆற்றலை வழங்க வேண்டும்.

ரூபி லேசரில், ஃபிளாஷ் டியூப்பை ஆற்றல் மூலமாக அல்லது பம்ப் மூலமாகப் பயன்படுத்துகிறோம். ஃபிளாஷ் டியூப் லேசர் ஊடகத்திற்கு (ரூபி) ஆற்றலை

வழங்குகிறது. லேசர் ஊடகத்தில் குறைந்த ஆற்றல் நிலை எலக்ட்ரான்கள் ஃபிளாஷ் டியூப்பில் இருந்து போதுமான ஆற்றலைப் பெறும்போது, அவை அதிக ஆற்றல் நிலை அல்லது உற்சாகமான நிலைக்குச் செல்கின்றன.

உருளை ரூபி கம்பியின் முனைகள் தட்டையானவை மற்றும் இணையாக இருக்கும். உருளை ரூபி கம்பி இரண்டு கண்ணாடிகளுக்கு இடையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆப்டிகல் பூச்சு இரண்டு கண்ணாடிகளுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. கண்ணாடி மேற்பரப்புகளை உருவாக்க கண்ணாடி அடி மூலக்கூறுகளில் உலோகங்களின் மெல்லிய அடுக்குகளை வைப்பதற்கான செயல்முறை வெள்ளி என அழைக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு கண்ணாடியும் பூசப்பட்டிருக்கும் அல்லது வித்தியாசமாக வெள்ளி வைக்கப்படுகின்றன.

தடியின் ஒரு முனையில், கண்ணாடி முழுமையாக வெள்ளி நிறத்தில் உள்ளது, மற்றொரு முனையில், கண்ணாடி ஓரளவு வெள்ளி கொண்டது.

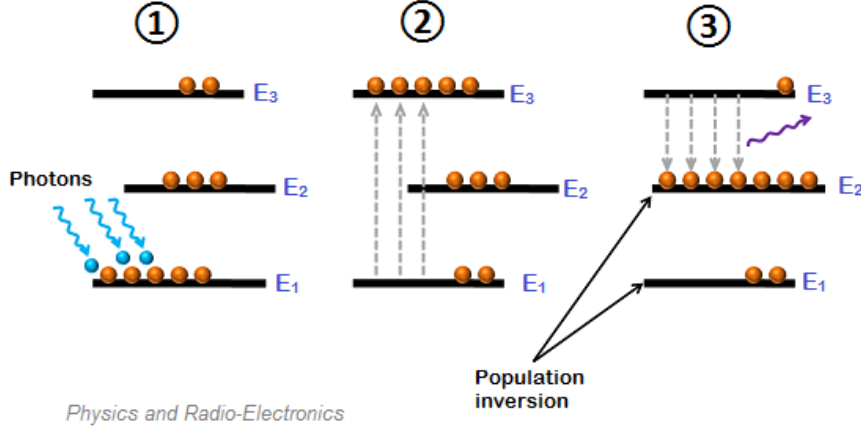
முழு சில்வர் செய்யப்பட்ட கண்ணாடி ஒளியை முழுவதுமாக பிரதிபலிக்கும், அதேசமயம் ஓரளவு சில்வர் செய்யப்பட்ட கண்ணாடி ஒளியின் பெரும்பகுதியை பிரதிபலிக்கும், ஆனால் அதன் மூலம் ஒளியின் ஒரு சிறிய பகுதியை வெளியீட்டு லேசர் ஒளியை உருவாக்க அனுமதிக்கிறது.

ரூபி லேசர் மூன்று நிலை திட-நிலை லேசர் ஆகும். ஒரு ரூபி லேசரில், லேசர் ஊடகத்திற்கு ஆற்றலை வழங்க ஆப்டிகல் பம்பிங் நுட்பம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆப்டிகல் பம்பிங் என்பது ஒரு நுட்பமாகும், இதில் எலக்ட்ரான்களை குறைந்த ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து அதிக ஆற்றல் மட்டத்திற்கு உயர்த்த ஒளி ஆற்றல் மூலமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

எலக்ட்ரான்களின் N எண்ணிக்கையுடன் மூன்று ஆற்றல் நிலைகள் E1, E2, E3 ஆகியவற்றைக் கொண்ட ஒரு ரூபி லேசர் ஊடகத்தைக் கவனியுங்கள்.

ஆற்றல் நிலைகள் $E1 < E2 < E3$ ஆக இருக்கும் என்று கருதுகிறோம். ஆற்றல் நிலை E1 தரை நிலை அல்லது குறைந்த ஆற்றல் நிலை என்றும், ஆற்றல் நிலை E2 மெட்டாஸ்டபிள் நிலை என்றும், ஆற்றல் நிலை E3 பம்ப் நிலை என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

ஆரம்பத்தில் பெரும்பாலான எலக்ட்ரான்கள் குறைந்த ஆற்றல் நிலையில் (E1) இருப்பதாகவும், ஒரு சிறிய எண்ணிக்கையிலான எலக்ட்ரான்கள் மட்டுமே உற்சாகமான மாநிலங்களில் (E2 மற்றும் E3) உள்ளன என்றும் வைத்துக் கொள்வோம்.



Physics and Radio-Electronics

லேசர் ஊடகம் (ரூபி) க்கு ஒளி ஆற்றல் வழங்கப்படும்போது, குறைந்த ஆற்றல் நிலை அல்லது தரை நிலை (E1) இல் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் போதுமான ஆற்றலைப் பெற்று பம்ப் நிலைக்கு (E3) குதிக்கின்றன.

பம்ப் நிலை E3 இன் வாழ்நாள் மிகவும் சிறியது (10-8 நொடி) எனவே பம்ப் நிலையில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் நீண்ட காலம் தங்காது. ஒரு குறுகிய காலத்திற்குப் பிறகு, அவை கதிர்வீச்சு இல்லாத ஆற்றலை வெளியிடுவதன் மூலம் மெட்டாஸ்டபிள் நிலை E2 இல் விழுகின்றன. மெட்டாஸ்டபிள் நிலை E2 இன் வாழ்நாள் 10-3 நொடி ஆகும், இது பம்ப் நிலை E3 இன் வாழ்நாளை விட மிக அதிகம். எனவே, எலக்ட்ரான்கள் E2 ஐ விட வேகமாக E2 ஐ அடைகின்றன. இது மெட்டாஸ்டபிள் மாநிலமான E2 இல் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையில் அதிகரிப்பு ஏற்படுகிறது, எனவே மக்கள் தலைகீழ் அடையப்படுகிறது.

சில காலத்திற்குப் பிறகு, மெட்டாஸ்டபிள் நிலை E2 இல் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் ஃபோட்டான்கள் வடிவில் ஆற்றலை வெளியிடுவதன் மூலம் குறைந்த ஆற்றல் நிலை E1 இல் விழுகின்றன. இது தன்னிச்சையான கதிர்வீச்சு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

உமிழ்ப்படும் ஃபோட்டான் எலக்ட்ரானுடன் மெட்டாஸ்டபிள் நிலையில் தொடர்பு கொள்ளும்போது, அது எலக்ட்ரான் நிலை E1 இல் விழும்படி செய்கிறது. இதன் விளைவாக, இரண்டு ஃபோட்டான்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இது கதிர்வீச்சின் தூண்டப்பட்ட உமிழ்வு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இந்த உமிழ்ப்படும் ஃபோட்டான்கள் மீண்டும் மெட்டாஸ்டபிள் ஸ்டேட் எலக்ட்ரான்களுடன் தொடர்பு கொள்ளும்போது, 4 ஃபோட்டான்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. எலக்ட்ரான்களுடன் இந்த தொடர்ச்சியான தொடர்பு காரணமாக, மில்லியன் கணக்கான ஃபோட்டான்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

செயலில் உள்ள ஊடகத்தில் (ரூபி), தன்னிச்சையான உமிழ்வு எனப்படும் ஒரு செயல்முறை ஒளியை உருவாக்குகிறது. லேசர் ஊடகத்திற்குள் உருவாகும் ஒளி இரண்டு கண்ணாடிகளுக்கு இடையில் முன்னும் பின்னும் துள்ளும். இது ஒளி ஆற்றலை வெளியிடுவதன் மூலம் மற்ற எலக்ட்ரான்களை தரை நிலையில் விழ தூண்டுகிறது. இது தூண்டப்பட்ட உமிழ்வு என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதேபோல், மில்லியன் கணக்கான எலக்ட்ரான்கள் ஒளியை வெளியேற்ற தூண்டப்படுகின்றன. இதனால், ஒளி ஆதாயம் அடையப்படுகிறது.

பெருக்கப்பட்ட ஒளி லேசர் ஒளியை உருவாக்க ஓரளவு பிரதிபலிக்கும் கண்ணாடி வழியாக தப்பிக்கிறது.

Nd: YAG லேசர்

நியோடைமியம்-டோப் செய்யப்பட்ட யட்ரியம் அலுமினிய கார்னெட் (Nd: YAG) லேசர் என்பது ஒரு திட நிலை லேசர், இதில் Nd: YAG லேசர் ஊடகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இந்த லேசர்கள் மருத்துவ மற்றும் அறிவியல் துறையில் லேசிக் அறுவை சிகிச்சை மற்றும் லேசர் ஸ்பெக்ட்ரோஸ்கோபி போன்ற செயல்முறைகளுக்கு பல்வேறு பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளன.

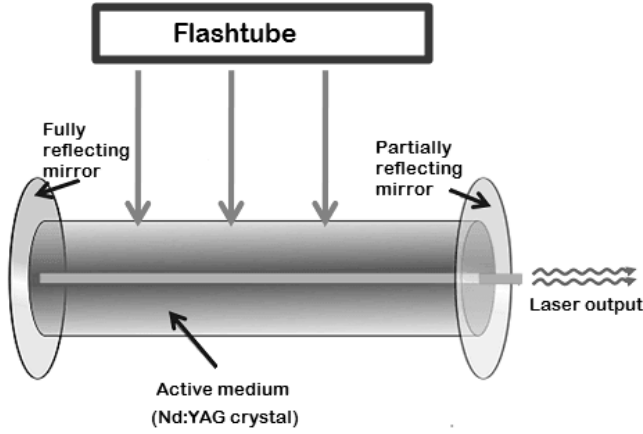
Nd: YAG லேசர் நான்கு நிலை லேசர் அமைப்பு, அதாவது நான்கு ஆற்றல் மட்டங்கள் லேசர் செயலில் ஈடுபட்டுள்ளன. இந்த ஒளிக்கதிர்கள் துடிப்புள்ள மற்றும் தொடர்ச்சியான பயன்முறையில் இயங்குகின்றன.

Nd: YAG லேசர் 1064 நானோமீட்டர்களில் (nm) ஸ்பெக்ட்ரமின் அருகிலுள்ள அகச்சிவப்பு பகுதியில் பொதுவாக லேசர் ஒளியை உருவாக்குகிறது. இது 1440 என்எம், 1320 என்எம், 1120 என்எம், மற்றும் 940 என்எம் உள்ளிட்ட பல்வேறு அலைநீளங்களில் லேசர் ஒளியை வெளியிடுகிறது.

Nd: YAG லேசர் மூன்று முக்கிய கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது: ஒரு ஆற்றல் மூல, செயலில் நடுத்தர மற்றும் ஆப்டிகல் ரெசனேட்டர்.

மக்கள்தொகை தலைகீழ் அடைய ஆற்றல் மூல அல்லது பம்பு மூலமானது செயலில் உள்ள ஊடகத்திற்கு ஆற்றலை வழங்குகிறது. Nd: YAG லேசரில், செயலில் உள்ள ஊடகத்திற்கு ஆற்றலை வழங்க ஃபிளாஷ் டியூப் அல்லது லேசர் டையோட்கள் போன்ற ஒளி ஆற்றல் மூலங்கள் ஆற்றல் மூலமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கடந்த காலத்தில், ஃபிளாஷ் டீப்கள் பெரும்பாலும் பம்பு மூலமாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன, ஏனெனில் அதன் குறைந்த விலை. இருப்பினும், இப்போதெல்லாம், லேசர் டையோட்கள் ஃபிளாஷ் டியூப்களை விட விரும்பப்படுகின்றன, ஏனெனில் அதன் அதிக செயல்திறன் மற்றும் குறைந்த செலவு.



ஒரு செயற்கை படிகப் பொருளால் (Yttrium Aluminium Garnet (YAG)) ஒரு வேதியியல் உறுப்புடன் (நியோடைமியம் (Nd)) அளவிடப்படுகிறது. நியோடைமியம் அயனிகளின் குறைந்த ஆற்றல் நிலை எலக்ட்ரான்கள் செயலில் உள்ள ஊடகத்தில் லேசிங் செயலை வழங்க அதிக ஆற்றல் நிலைக்கு உற்சாகமாக உள்ளன.

Nd: YAG படிக இரண்டு கண்ணாடிகளுக்கு இடையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த இரண்டு கண்ணாடிகள் ஒளியியல் பூசப்பட்டவை அல்லது வெள்ளி கொண்டவை.

ஒவ்வொரு கண்ணாடியும் வெள்ளி அல்லது வித்தியாசமாக பூசப்பட்டிருக்கும். ஒரு கண்ணாடி முழுமையாக வெள்ளி, மற்றொரு கண்ணாடி ஓரளவு வெள்ளி. முழுமையாக வெள்ளி கொண்ட கண்ணாடி, ஒளியை முழுமையாக பிரதிபலிக்கும் மற்றும் முழுமையாக பிரதிபலிக்கும் கண்ணாடி என்று அழைக்கப்படுகிறது.

மறுபுறம், ஓரளவு வெள்ளி கொண்ட கண்ணாடி ஒளியின் பெரும்பகுதியை பிரதிபலிக்கும், ஆனால் அதன் மூலம் ஒளியின் ஒரு சிறிய பகுதியை லேசர் கற்றை உருவாக்க அனுமதிக்கிறது. இந்த கண்ணாடி ஓரளவு பிரதிபலிக்கும் கண்ணாடி என்று அழைக்கப்படுகிறது.

Nd: YAG லேசர் நான்கு நிலை லேசர் அமைப்பு, அதாவது நான்கு ஆற்றல் மட்டங்கள் லேசர் செயலில் ஈடுபட்டுள்ளன. ஃபிளாஷ் டியூப்ஸ் அல்லது லேசர் டையோட்கள் போன்ற ஒளி ஆற்றல் மூலங்கள் செயலில் உள்ள ஊடகத்திற்கு ஆற்றலை வழங்க பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

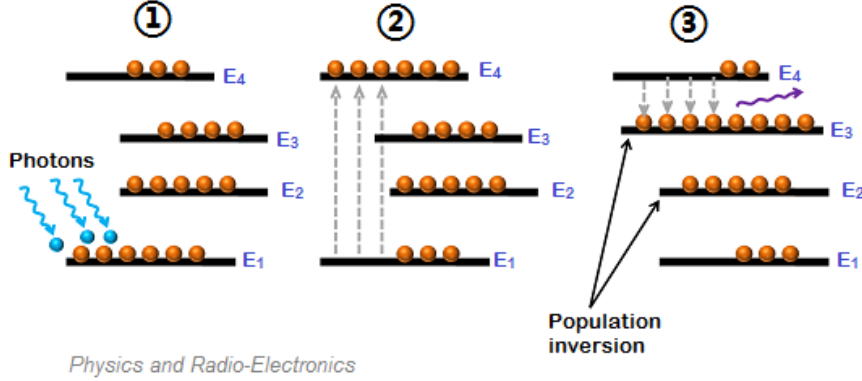
Nd: YAG லேசரில், நியோடைமியம் அயனிகளில் குறைந்த ஆற்றல் நிலை எலக்ட்ரான்கள் மக்கள் தலைகீழ் அடைய அதிக ஆற்றல் நிலைக்கு உற்சாகமாக உள்ளன.

ஒரு Nd ஐக் கவனியுங்கள்: YAG படிக செயலில் உள்ள ஊடகம் E1, E2, E3 மற்றும் E4 ஆகிய நான்கு ஆற்றல் மட்டங்களைக் கொண்டது, N எண்ணிக்கையிலான எலக்ட்ரான்கள். ஆற்றல் நிலைகளில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை E1, E2, E3 மற்றும் E4 ஆகியவை N1, N2, N3 மற்றும் N4 ஆக இருக்கும்.

ஆற்றல் நிலைகள் $E1 < E2 < E3 < E4$ ஆக இருக்கும் என்று வைத்துக் கொள்வோம். ஆற்றல் நிலை E1 தரை நிலை என அழைக்கப்படுகிறது, E2 அடுத்த உயர் ஆற்றல்

நிலை அல்லது உற்சாகமான நிலை, E3 என்பது மெட்டாஸ்டபிள் நிலை அல்லது உற்சாகமான நிலை மற்றும் E4 என்பது பம்ப் நிலை அல்லது உற்சாகமான நிலை. ஆரம்பத்தில், மக்கள் தொகை $N_1 > N_2 > N_3 > N_4$ ஆக இருக்கும் என்று வைத்துக் கொள்வோம்.

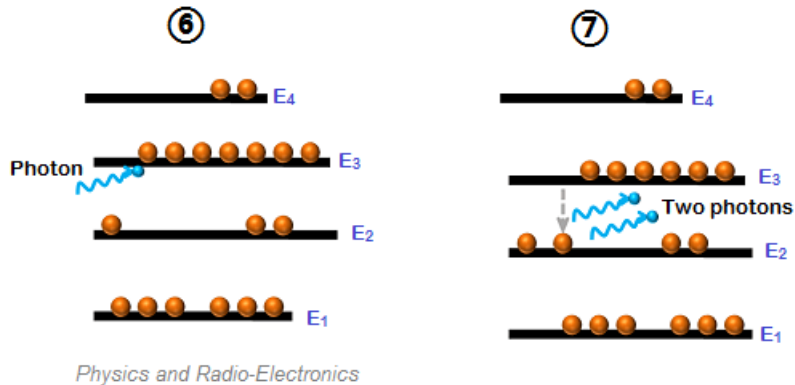
ஃபிளாஷ் டியூப் அல்லது லேசர் டையோடு செயலில் உள்ள ஊடகத்திற்கு (Nd: YAG படிக) ஒளி ஆற்றலை வழங்கும்போது, நியோடேமியம் அயனிகளில் குறைந்த ஆற்றல் நிலை (E1) எலக்ட்ரான்கள் போதுமான ஆற்றலைப் பெற்று பம்ப் நிலை அல்லது அதிக ஆற்றல் நிலை E4 க்கு நகரும்.



பம்ப் நிலை அல்லது அதிக ஆற்றல் நிலை E4 இன் வாழ்நாள் மிகவும் சிறியது (230 மைக்ரோ விநாடிகள்) எனவே ஆற்றல் நிலை E4 இல் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் நீண்ட காலத்திற்கு தங்காது. ஒரு குறுகிய காலத்திற்குப் பிறகு, எலக்ட்ரான்கள் கதிர்வீச்சு அல்லாத ஆற்றலை வெளியிடுவதன் மூலம் அடுத்த குறைந்த ஆற்றல் நிலை அல்லது மெட்டாஸ்டபிள் நிலை E3 இல் விழும் (ஃபோட்டான்களை வெளியேற்றாமல் ஆற்றலை வெளியிடுகிறது).

பம்ப் நிலை E4 இன் வாழ்நாளுடன் ஒப்பிடும்போது மெட்டாஸ்டபிள் நிலை E3 இன் வாழ்நாள் அதிகமாக உள்ளது. எனவே, எலக்ட்ரான்கள் E3 ஐ விட்டு வெளியேறுவதை விட மிக வேகமாக E3 ஐ அடைகின்றன. இது மெட்டாஸ்டபிள் E3 இல் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையில் அதிகரிப்புக்கு காரணமாகிறது, எனவே மக்கள் தலைகீழ் அடையப்படுகிறது.

சில காலத்திற்குப் பிறகு, மெட்டாஸ்டபிள் நிலை E3 இல் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் ஃபோட்டான்கள் அல்லது ஒளியை வெளியிடுவதன் மூலம் அடுத்த குறைந்த ஆற்றல் நிலை E2 இல் விழும். இந்த முறையில் ஃபோட்டான்களின் உமிழ்வு தன்னிச்சையான உமிழ்வு என்று அழைக்கப்படுகிறது.



இந்த இரண்டு ஃபோட்டான்களும் மீண்டும் மெட்டாஸ்டபிள் ஸ்டேட் எலக்ட்ரான்களுடன் தொடர்பு கொள்ளும்போது, நான்கு ஃபோட்டான்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. அதேபோல், மில்லியன் கணக்கான ஃபோட்டான்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இதனால், ஒளியியல் ஆதாயம் அடையப்படுகிறது.

தன்னிச்சையான உமிழ்வு ஒரு இயற்கை செயல்முறை ஆனால் தூண்டப்பட்ட உமிழ்வு ஒரு இயற்கை செயல்முறை அல்ல. தூண்டப்பட்ட உமிழ்வை அடைய, நாம் செயலில் உள்ள ஊடகத்திற்கு வெளிப்புற ஃபோட்டான்கள் அல்லது ஒளியை வழங்க வேண்டும்.

Nd: YAG செயலில் உள்ள ஊடகம் தன்னிச்சையான உமிழ்வு காரணமாக ஃபோட்டான்கள் அல்லது ஒளியை உருவாக்குகிறது. செயலில் உள்ள ஊடகத்தில் உருவாக்கப்படும் ஒளி அல்லது ஃபோட்டான்கள் இரண்டு கண்ணாடிகளுக்கு இடையில் முன்னும் பின்னும் குதிக்கும். இது ஃபோட்டான்கள் அல்லது ஒளியை வெளியிடுவதன் மூலம் மற்ற எலக்ட்ரான்களை குறைந்த ஆற்றல் நிலைக்கு வர தூண்டுகிறது. அதேபோல், மில்லியன் கணக்கான எலக்ட்ரான்கள் ஃபோட்டான்களை வெளியேற்ற தூண்டப்படுகின்றன.

செயலில் உள்ள ஊடகத்திற்குள் உருவாகும் ஒளி, ஓரளவு பிரதிபலிக்கும் கண்ணாடியின் வழியாக தப்பிப்பதற்கு முன்பு கண்ணாடிகளுக்கு இடையில் பல முறை பிரதிபலிக்கிறது.

□□□□□□□□

- Power குறைந்த மின் நுகர்வு
- Nd: YAG லேசர் அதிக லாபத்தை வழங்குகிறது.
- Nd: YAG லேசர் நல்ல வெப்ப பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது.
- Nd: YAG லேசர் நல்ல இயந்திர பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது.
- Nd YAG லேசர் இன் செயல்திறன்: ரூபி லேசருடன் ஒப்பிடும்போது மிக அதிகம்.

□□□□□□□□□□

- லேசர் வடிவமைப்பாளர்கள் மற்றும் லேசர் ரேஞ்ச்ஃபைண்டர்களில் YAG ஒளிக்கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. லேசர் வடிவமைப்பாளர் என்பது லேசர் ஒளி மூலமாகும், இது தாக்குதலுக்கு பொருட்களை குறிவைக்க பயன்படுகிறது.
- லேசர் ரேஞ்ச்ஃபைண்டர் என்பது ரேஞ்ச்ஃபைண்டர் ஆகும், இது ஒரு பொருளின் தூரத்தை தீர்மானிக்க லேசர் ஒளியைப் பயன்படுத்துகிறது.
- பின்புற காப்ச்யூலர் ஒளிபுகாநிலையை சரிசெய்ய Nd:YAG ஒளிக்கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன (கண்புரை அறுவை சிகிச்சைக்குப் பிறகு ஏற்படக்கூடிய ஒரு நிலை).
- தோல் புற்றுநோய்களை அகற்ற Nd:YAG ஒளிக்கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- பலவிதமான பிளாஸ்டிக் மற்றும் உலோகங்களை பொறிக்க அல்லது குறிக்க Nd:YAG ஒளிக்கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

- எஃகு வெட்டுவதற்கும் வெல்டிங் செய்வதற்கும் Nd:YAG ஒளிக்கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஹீலியம்-நியான் லேசர்

ஹீலியம்-நியான் லேசர் என்பது ஒரு வகை வாயு லேசர் ஆகும், இதில் ஹீலியம் மற்றும் நியான் வாயு கலவையானது ஆதாய ஊடகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஹீலியம்-நியான் லேசர் ஹீ-நே லேசர் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

அறை வெப்பநிலையில், ஒரு ரூபி லேசர் லேசர் ஒளியின் குறுகிய வெடிப்புகளை மட்டுமே வெளியிடும், ஒவ்வொரு லேசர் துடிப்பும் உந்தி ஒளியின் ஒரு ஃபிளாஷ் பிறகு நிகழ்கிறது. தொடர்ந்து ஒளியை வெளிப்படுத்தும் லேசரை வைத்திருப்பது நல்லது. அத்தகைய லேசரை தொடர்ச்சியான அலை (சி.டபிள்யூ) லேசர் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

ஹீலியம்-நியான் லேசர் இதுவரை கட்டப்பட்ட முதல் தொடர்ச்சியான அலை (சி.டபிள்யூ) லேசர் ஆகும். இது 1961 ஆம் ஆண்டில் பெல் தொலைபேசி ஆய்வகங்களில் அலி ஜவன், பென்னட் மற்றும் ஹெரியட் ஆகியோரால் கட்டப்பட்டது.

ஹீலியம்-நியான் ஒளிக்கதிர்கள் மிகவும் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் வாயு ஒளிக்கதிர்கள். இந்த ஒளிக்கதிர்கள் பல தொழில்துறை மற்றும் விஞ்ஞான பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளன, மேலும் அவை பெரும்பாலும் ஒளியியலின் ஆய்வக ஆர்ப்பாட்டங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

He-Ne ஒளிக்கதிர்களில், ஆப்டிகல் பம்பிங் முறை பயன்படுத்தப்படவில்லை, அதற்கு பதிலாக மின் உந்தி முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. He-Ne வாயு செயலில் உள்ள ஊடகத்தில் எலக்ட்ரான்களின் உற்சாகம் வாயு வழியாக ஒரு மின்சாரத்தை கடந்து செல்வதன் மூலம் அடையப்படுகிறது.

ஹீலியம்-நியான் லேசர் 632.8 நானோமீட்டர் (என்எம்) அலைநீளத்தில், தெரியும் ஸ்பெக்ட்ரமின் சிவப்பு பகுதியில் செயல்படுகிறது.

ஹீலியம்-நியான் லேசர் மூன்று அத்தியாவசிய கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது:

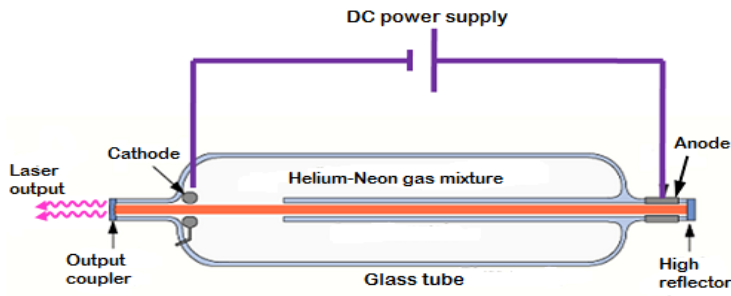
- பம்பு மூல (உயர் மின்னழுத்த மின்சாரம்)
- நடுத்தரத்தைப் பெறுங்கள் (லேசர் கண்ணாடி குழாய் அல்லது வெளியேற்ற கண்ணாடி குழாய்)
- எதிரொலிக்கும் குழி

லேசர் கற்றை உற்பத்தி செய்ய, மக்கள் தலைகீழ் அடைய வேண்டியது அவசியம். மக்கள்தொகை தலைகீழ் என்பது குறைந்த ஆற்றல் நிலையுடன் ஒப்பிடும்போது அதிக ஆற்றல் நிலையில் அதிக எலக்ட்ரான்களை அடைவதற்கான செயல்முறையாகும்.

பொதுவாக, குறைந்த ஆற்றல் நிலையில் அதிக ஆற்றல் நிலையை விட அதிக எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. இருப்பினும், மக்கள்தொகை தலைகீழ் அடைந்த பிறகு, குறைந்த ஆற்றல் நிலையை விட அதிக எலக்ட்ரான்கள் அதிக ஆற்றல் நிலையில் இருக்கும்.

மக்கள்தொகை தலைகீழ் அடைய, ஆதாய நடுத்தர அல்லது செயலில் உள்ள ஊடகத்திற்கு ஆற்றலை வழங்க வேண்டும். ஆதாய ஊடகத்திற்கு ஆற்றலை வழங்க பல்வேறு வகையான ஆற்றல் மூலங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ரூபி ஒளிக்கதிர்கள் மற்றும் Nd: YAG ஒளிக்கதிர்களில், ஒளிரும் குழாய்கள் அல்லது லேசர் டையோட்கள் போன்ற ஒளி ஆற்றல் மூலங்கள் பம்பு மூலமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இருப்பினும், ஹீலியம்-நியான் ஒளிக்கதிர்களில், ஒளி ஆற்றல் பம்பு மூலமாக பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. ஹீலியம்-நியான் ஒளிக்கதிர்களில், உயர் மின்னழுத்த டிசி மின்சாரம் பம்பு மூலமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உயர் மின்னழுத்த டி.சி ஹீலியம் மற்றும் நியான் வாயு கலவையின் மூலம் மின்சாரத்தை வழங்குகிறது.



ஒரு ஹீலியம்-நியான் லேசரின் ஆதாய ஊடகம் குறைந்த அழுத்தத்தில் ஒரு கண்ணாடிக் குழாயில் உள்ள ஹீலியம் மற்றும் நியான் வாயு கலவையால் ஆனது. ஹீலியத்தின் பகுதி அழுத்தம் 1 mbar ஆகவும், நியானின் அழுத்தம் 0.1 mbar ஆகவும் உள்ளது.

வாயு கலவை பெரும்பாலும் ஹீலியம் வாயுவைக் கொண்டது. எனவே, மக்கள்தொகை தலைகீழ் அடைய, நாம் முதன்மையாக ஹீலியம் அணுக்களின் குறைந்த ஆற்றல் நிலை எலக்ட்ரான்களை உற்சாகப்படுத்த வேண்டும்.

ஹீ-நெ லேசரில், நியான் அணுக்கள் செயலில் உள்ள மையங்களாக இருக்கின்றன, மேலும் லேசர் மாற்றங்களுக்கு ஏற்ற ஆற்றல் மட்டங்களைக் கொண்டுள்ளன, அதே நேரத்தில் ஹீலியம் அணுக்கள் உற்சாகமான நியான் அணுக்களுக்கு உதவுகின்றன.

வாயு கலவையின் மூலம் மின்சாரத்தை அனுப்ப கண்ணாடி குழாயில் மின்முனைகள் (அனோட் மற்றும் கேத்தோடு) வழங்கப்படுகின்றன. இந்த மின்முனைகள் ஒரு டிசி மின்சக்தியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

கண்ணாடி குழாய் (ஹீலியம் மற்றும் நியான் வாயு கலவையை உள்ளடக்கியது) இரண்டு இணை கண்ணாடிகளுக்கு இடையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த இரண்டு கண்ணாடிகள் வெள்ளி அல்லது ஒளியியல் பூசப்பட்டவை.

ஒவ்வொரு கண்ணாடியும் வித்தியாசமாக வெள்ளி செய்யப்படுகின்றன. இடது பக்க கண்ணாடி ஓரளவு வெள்ளி மற்றும் வெளியீட்டு கப்ளர் என அழைக்கப்படுகிறது, அதே நேரத்தில் வலது பக்க கண்ணாடி முழுமையாக வெள்ளி

மற்றும் உயர் பிரதிபலிப்பு அல்லது முழுமையாக பிரதிபலிக்கும் கண்ணாடி என அழைக்கப்படுகிறது.

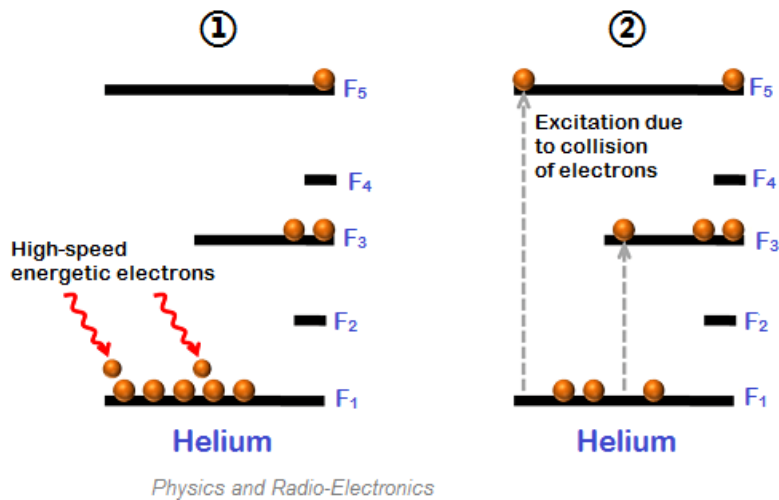
முழு சில்வர் செய்யப்பட்ட கண்ணாடி ஒளியை முழுவதுமாக பிரதிபலிக்கும், அதேசமயம் ஓரளவு சில்வர் செய்யப்பட்ட கண்ணாடி ஒளியின் பெரும்பகுதியை பிரதிபலிக்கும், ஆனால் ஒளியின் சில பகுதியை லேசர் கற்றை உருவாக்க அனுமதிக்கிறது.

மக்கள்தொகை தலைகீழ் அடைய, நாம் ஆதாய ஊடகத்திற்கு ஆற்றலை வழங்க வேண்டும். ஹீலியம்-நியான் ஒளிக்கதிர்களில், உயர் மின்னழுத்த டி.சி.யை பம்ப் மூலமாகப் பயன்படுத்துகிறோம். உயர் மின்னழுத்த டி.சி வாயு கலவை வழியாக பயணிக்கும் ஆற்றல்மிக்க எலக்ட்ரான்களை உருவாக்குகிறது.

ஹீலியம்-நியான் லேசரில் உள்ள வாயு கலவை பெரும்பாலும் ஹீலியம் அணுக்களால் ஆனது. எனவே, உயர் மின்னழுத்த டி.சி வழங்கிய ஆற்றலின் பெரும்பகுதியை ஹீலியம் அணுக்கள் கவனிக்கின்றன.

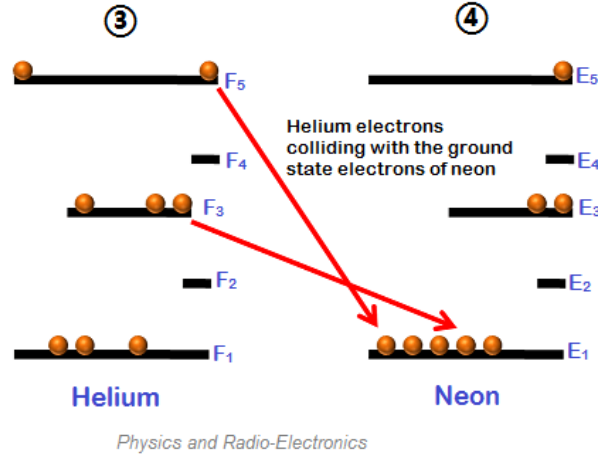
மின்சாரம் இயக்கப்படும் போது, வாயு கலவை முழுவதும் சுமார் 10 கி.வி.யின் உயர் மின்னழுத்தம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வாயு கலவையில் எலக்ட்ரான்களை உற்சாகப்படுத்த இந்த சக்தி போதுமானது. வெளியேற்றும் செயல்பாட்டில் உற்பத்தி செய்யப்படும் எலக்ட்ரான்கள் வாயு கலவையின் மூலம் மின்முனைகளுக்கு (கேத்தோடு மற்றும் அனோட்) இடையில் துரிதப்படுத்தப்படுகின்றன.

வாயு வழியாக பாயும் செயல்பாட்டில், ஆற்றல்மிக்க எலக்ட்ரான்கள் அவற்றின் ஆற்றலில் சிலவற்றை வாயுவில் உள்ள ஹீலியம் அணுக்களுக்கு மாற்றும். இதன் விளைவாக, ஹீலியம் அணுக்களின் குறைந்த ஆற்றல் நிலை எலக்ட்ரான்கள் போதுமான ஆற்றலைப் பெறுகின்றன, மேலும் உற்சாகமான மாநிலங்கள் அல்லது மெட்டாஸ்டபிள் மாநிலங்களுக்குத் தாவுகின்றன. இந்த மெட்டாஸ்டபிள் மாநிலங்கள் F3 மற்றும் F5 என்று வைத்துக் கொள்வோம்.

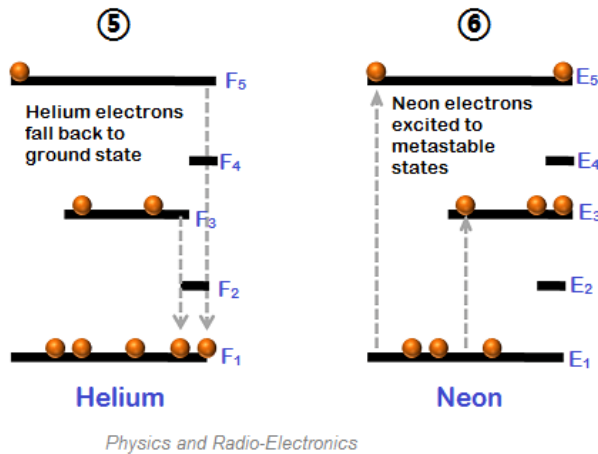


ஹீலியம் அணுக்களின் மெட்டாஸ்டபிள் நிலை எலக்ட்ரான்கள் தன்னிச்சையான உமிழ்வால் நில நிலைக்கு திரும்ப முடியாது. இருப்பினும், அவை நியான் அணுக்களின் குறைந்த ஆற்றல் நிலை எலக்ட்ரான்களுக்கு தங்கள் ஆற்றலை மாற்றுவதன் மூலம் தரை நிலைக்குத் திரும்பலாம்.

நியான் அணுக்களின் உற்சாகமான சில நிலைகளின் ஆற்றல் அளவுகள் ஹீலியம் அணுக்களின் மெட்டாஸ்டபிள் நிலைகளின் ஆற்றல் மட்டங்களுக்கு ஒத்ததாக இருக்கும். இந்த ஒத்த ஆற்றல் நிலைகள் $F_3 = E_3$ மற்றும் $F_5 = E_5$ என்று வைத்துக் கொள்வோம். E_3 மற்றும் E_5 ஆகியவை உற்சாகமான மாநிலங்கள் அல்லது நியான் அணுக்களின் அளவிடக்கூடிய நிலைகள்.



திடத்தைப் போலன்றி, ஒரு வாயு மின்முனைகளுக்கு இடையில் நகரலாம் அல்லது பாயலாம். எனவே, ஹீலியம் அணுக்களின் உற்சாகமான எலக்ட்ரான்கள் நியான் அணுக்களின் குறைந்த ஆற்றல் நிலை எலக்ட்ரான்களுடன் மோதுகையில், அவை அவற்றின் ஆற்றலை நியான் அணுக்களுக்கு மாற்றுகின்றன. இதன் விளைவாக, நியான் அணுக்களின் குறைந்த ஆற்றல் நிலை எலக்ட்ரான்கள் ஹீலியம் அணுக்களிலிருந்து போதுமான ஆற்றலைப் பெறுகின்றன மற்றும் அதிக ஆற்றல் நிலைகள் அல்லது மெட்டாஸ்டபிள் மாநிலங்களுக்கு (E_3 மற்றும் E_5) குதிக்கின்றன, அதே நேரத்தில் ஹீலியம் அணுக்களின் உற்சாகமான எலக்ட்ரான்கள் தரை நிலைக்கு விழும். இதனால், ஹீலியம் அணுக்கள் மக்கள் தலைகீழ் அடைய நியான் அணுக்களுக்கு உதவுகின்றன.



அதேபோல், நியான் அணுக்களின் மில்லியன் கணக்கான தரை நிலை எலக்ட்ரான்கள் அளவிடக்கூடிய மாநிலங்களுக்கு உற்சாகமாக உள்ளன. மெட்டாஸ்டபிள் மாநிலங்கள் நீண்ட ஆயுளைக் கொண்டுள்ளன. ஆகையால், அதிக

எண்ணிக்கையிலான எலக்ட்ரான்கள் மெட்டாஸ்டபிள் மாநிலங்களில் இருக்கும், எனவே மக்கள் தலைகீழ் அடையப்படுகிறது.

சில காலத்திற்குப் பிறகு, நியான் அணுக்களின் மெட்டாஸ்டபிள் மாநிலங்கள் எலக்ட்ரான்கள் (E3 மற்றும் E5) ஃபோட்டான்கள் அல்லது சிவப்பு ஒளியை வெளியிடுவதன் மூலம் தன்னிச்சையாக அடுத்த குறைந்த ஆற்றல் நிலைகளில் (E2 மற்றும் E4) விழும். இது தன்னிச்சையான உமிழ்வு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

நியான் உற்சாகமான எலக்ட்ரான்கள் கதிர்வீச்சு மற்றும் கதிர்வீச்சு மாற்றங்கள் மூலம் நில நிலைக்குத் தொடர்கின்றன. தொடர்ச்சியான அலை (சி.டபிள்யூ) செயல்பாட்டிற்கு இது முக்கியம்.

நியான் அணுக்களிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளி அல்லது ஃபோட்டான்கள் நியான் அணுக்களின் பிற உற்சாகமான எலக்ட்ரான்களைத் தூண்டும் வரை அவை ஒளியை வெளியேற்றும் வரை இரண்டு கண்ணாடிகளுக்கு இடையில் முன்னும் பின்னும் நகரும். இதனால், ஒளியியல் ஆதாயம் அடையப்படுகிறது. ஃபோட்டான் உமிழ்வின் இந்த செயல்முறை கதிர்வீச்சின் தூண்டப்பட்ட உமிழ்வு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

தூண்டப்பட்ட உமிழ்வு காரணமாக வெளிப்படும் ஒளி அல்லது ஃபோட்டான்கள் லேசர் ஒளியை உருவாக்க ஓரளவு பிரதிபலிக்கும் கண்ணாடி அல்லது வெளியீட்டு இணைப்பான் மூலம் தப்பிக்கும்.

□□□□□□□□

- ஹீலியம்-நியான் லேசர் ஸ்பெக்ட்ரமின் புலப்படும் பகுதியில் லேசர் ஒளியை வெளியிடுகிறது.
- உயர் ஸ்திரத்தன்மை
- குறைந்த செலவு
- அதிக வெப்பநிலையில் சேதம் இல்லாமல் இயங்குகிறது

□□□□□□□□

- குறைந்த செயல்திறன்
- குறைந்த லாபம்
- ஹீலியம்-நியான் ஒளிக்கதிர்கள் குறைந்த சக்தி பணிகளுக்கு மட்டுமே

□□□□□□□□□□

- ஹீலியம்-நியான் ஒளிக்கதிர்கள் தொழில்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- ஹீலியம்-நியான் ஒளிக்கதிர்கள் அறிவியல் கருவிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- கல்லூரி ஆய்வகங்களில் ஹீலியம்-நியான் ஒளிக்கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

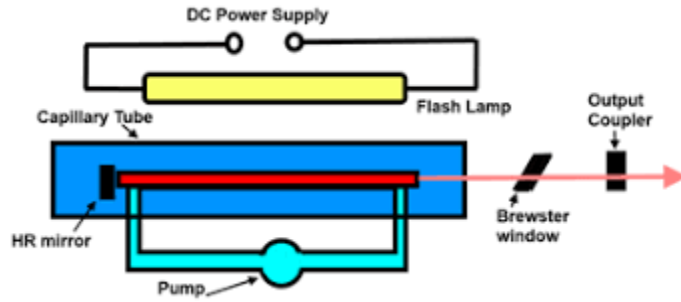
சாய லேசர் (ஒரு திரவ லேசர்)

சாய லேசர் ஒரு திரவ லேசர். திரவ ஒளிக்கதிர்கள் செயலில் உள்ள ஊடகமாக திரவத்தைப் பயன்படுத்தும் ஒளிக்கதிர்கள். சாய லேசரில் சாயம் எனப்படும் திரவப் பொருள் (எடுத்துக்காட்டாக ரோடமைன் பி, சோடியம் ஃப்ளோரசின் மற்றும் ரோடாமி 6 ஜி) செயலில் உள்ள ஊடகமாகப் பயன்படுத்துகிறது, இது லேசர் ஒளியை உருவாக்குகிறது.

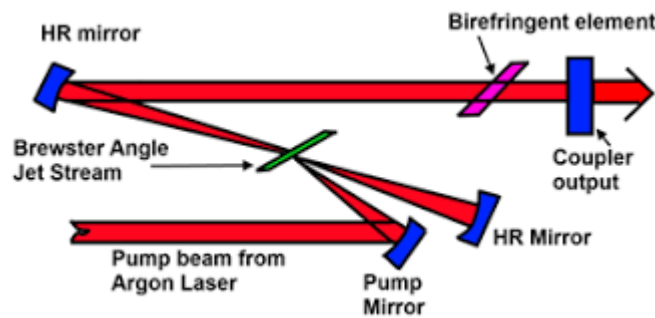
சாய ஒளிக்கதிர்கள் வெளியீட்டை உருவாக்குகின்றன, அதன் அலைநீளங்கள் புலப்படும், தீவிர வயலட் மற்றும் அகச்சிவப்பு நிறமாலையில் உள்ளன. இது பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் சாயத்தைப் பொறுத்து அலை நீளங்களைப் பொறுத்து 390 முதல் 1000nm வரை மாறுபடும்.

சாய ஒளிக்கதிர்களின் வெளியீட்டு சக்தி 1 வாட்டிலிருந்து கோட்பாட்டு மேல்நோக்கி வரம்பில்லாமல் தொடங்குவதாகக் கருதலாம். வெளியீட்டு கற்றை விட்டம் பொதுவாக 0.5 மிமீ மற்றும் பீம் வேறுபாடு 0.8 முதல் 2 மில்லி ரேடியன்கள் வரை இருக்கும். பம்பிங் மூலத்திலிருந்து ஒளியின் மாற்ற திறன் சாய லேசர் si இலிருந்து ஒரு வெளியீட்டிற்கு ஒப்பீட்டளவில் அதிக 25%.

சாய ஒளிக்கதிர்களை அவற்றின் உந்தி முறைகளின்படி இரண்டு சாத்தியமான வழிகளில் கட்டலாம். 1 வது உள்ளமைவு எனக் காட்டலாம்



காட்டப்பட்ட உள்ளமைவில், சாயம் ஒரு சேமிப்பு தொட்டியிலிருந்து தந்துகி குழாய் வழியாக செலுத்தப்படுகிறது. தந்துகி குழாய்களில் இருக்கும்போது இது ஃபிளாஷ் விளக்கு மூலம் ஒளியியல் ரீதியாக உற்சாகமாக இருக்கிறது. லேசரின் வெளியீட்டு ப்ரூஸ்டர் சாளரத்தின் வழியாக வெளியீட்டு இணைப்பிற்கு செல்கிறது, இது 50% பிரதிபலிப்பு கண்ணாடியாகும். 2 வது உள்ளமைவு எனக் காட்டலாம்



இந்த காட்டப்பட்ட உள்ளமைவில், சாயம் அதிக வேகத்தில் முனை வழியாக ஒரு ப்ரூஸ்டர் ஆங்கிள் ஜெட் ஸ்ட்ரீமை உருவாக்குகிறது. இந்த லேசருக்கான தூண்டுதல் வழிமுறை இரண்டாவது லேசர் (எ.கா. ஆர்கான் லேசர்). லேசர் கற்றை இரண்டு எச்.ஆர் (உயர் பிரதிபலிப்பு) கண்ணாடியிலிருந்து வெளியீட்டு இணைப்பிற்கு மீண்டும் பிரதிபலிக்கிறது. வெளியீட்டு இணைப்பான் சுமார் 50% பிரதிபலிப்பு ஆகும். கொடுக்கப்பட்ட வரம்பில் ஒன்றில் லேசரை மாற்றுவதற்கு பைர்ப்ரிஜென்ட் வடிகட்டி / உறுப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஒரு சாய லேசரில் பயன்படுத்தப்படும் செயலில் உள்ள ஊடகம் கரிம சாயங்களில் ஒன்றாகும் என்பதை நாங்கள் அறிவோம். நடுத்தரமானது நீர், ஆல்கஹால் அல்லது எத்திலீன் கிளைகோல் போன்ற கரைப்பானில் கரைக்கப்படுகிறது.

ரோடமைன் பி, சோடியம் ஃவுரூரின் போன்ற கரிம சாயங்கள் ரோடமைன்-பி இந்த சாயங்களில் ஒன்றிற்கான ரசாயன சூத்திரம் $c_{28}H_{31}$ ஆகும். எனவே உண்மையில் இழக்கும் உறுப்பை தீர்மானிக்க மிகவும் கடினம். இந்த காரணத்திற்காக சில கரிம சாயங்கள் சிதறும் என்று வெறுமனே சொல்வோம்.

ஆர்கானிக் சாய லேசர் அலைநீளங்களின் வரம்பை உருவாக்குகிறது என்பதை நினைவில் கொள்க. எடுத்துக்காட்டாக ரோடமைன்-பி 590nm முதல் 660nm வரம்பில் அலைநீளங்களை உருவாக்குகிறது. இருப்பினும் பெருக்கத்தின் அளவு அதிர்வெண்களின் வரம்பில் வேறுபடுகிறது, அதிகபட்ச வெளியீடு சுமார் 618nm ஆகும்.

பைர்ப்ரிஜென்ட் வடிப்பானைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம், லேசரை குறிப்பிட்ட வெளியீட்டு அதிர்வெண்ணுக்கு குழாய் போடுவது சாத்தியமாகும். இந்த வடிகட்டி வெவ்வேறு அலைநீளங்களை ஒரு ப்ரிஸம் போலவே வளைக்கிறது, ஆனால் அதிக அளவிற்கு. இது லேசரை மிகுந்த துல்லியத்துடன் குழாய் போடுவது சாத்தியமாக்குகிறது.

□□□□□□□□

- சாய ஒளிக்கதிர்கள் பெரும்பாலும் மருத்துவ பயன்பாடுகளில் ஒரு ஆராய்ச்சி கருவியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

□□□□□□□□

- இது புலப்படும் வடிவத்தில் கிடைக்கிறது (காணப்படாதது)
- சாய ஒளிக்கதிர்களைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் அலைநீளங்களின் வரம்பை உருவாக்க முடியும்.
- பீம் விட்டம் மிகவும் குறைவு. இதன் பீம் வேறுபாடு (0.8 மில்லி ரேடியன்கள் முதல் 2 மில்லி ரேடியன்கள் வரை) பல ஒளிக்கதிர்கள் பீம் வேறுபாட்டிலிருந்து குறைவாக உள்ளது.
- சாய லேசரின் கட்டுமானம் அவ்வளவு சிக்கலானது அல்ல.
- அதிக செயல்திறன் 25%.
- சாய ஒளிக்கதிர்கள் மூலம் அதிக வெளியீட்டு சக்தி சாத்தியமாகும்

□□□□□□□□

- சாய ஒளிக்கதிர்களின் விலை மிக அதிகம்.
- சில நிகழ்வுகளுக்கு பிற லேசர் கற்றை தேவை.
- ஒரு அதிர்வெண்ணில் டியூன் செய்ய, லேசர் பைர்ப்ரிஜென்ட் உறுப்பு அல்லது வடிகட்டியைப் பயன்படுத்துகிறது.
- சாய ஒளிக்கதிர்களில், சாயத்தில் சிக்கலான இரசாயன சூத்திரம் இருப்பதால், உண்மையில் இழக்கும் உறுப்பை தீர்மானிக்க மிகவும் கடினம்.

Unit – V: Applications of Lasers

1. *Surgical* 2. *Metallurgical* 3. *Military* 4. *Physical*, 5. *Holography*

Laser is an optical device that generates intense beam of coherent monochromatic light by stimulated emission of radiation.

Laser light is different from an ordinary light. It has various unique properties such as coherence, monochromaticity, directionality, and high intensity. Because of these unique properties, lasers are used in various applications.

The most significant applications of lasers include:

- Lasers in surgical
- Lasers in military
- Lasers in communications
- Lasers in Metallurgical
- Lasers in science and technology
- Lasers in holography

Lasers in Surgical

- Lasers are used for bloodless surgery.
- Lasers are used to destroy kidney stones.
- Lasers are used in cancer diagnosis and therapy.
- Lasers are used for eye lens curvature corrections.
- Lasers are used in fiber-optic endoscope to detect ulcers in the intestines.
- The liver and lung diseases could be treated by using lasers.
- Lasers are used to study the internal structure of microorganisms and cells.
- Lasers are used to produce chemical reactions.
- Lasers are used to create plasma.
- Lasers are used to remove tumors successfully.
- Lasers are used to remove the caries or decayed portion of the teeth.
- Lasers are used in cosmetic treatments such as acne treatment, cellulite and hair removal.

Lasers in Military

- Laser range finders are used to determine the distance to an object.
- The ring laser gyroscope is used for sensing and measuring very small angle of rotation of the moving objects.
- Lasers can be used as a secretive illuminators for reconnaissance during night with high precision.
- Lasers are used to dispose the energy of a warhead by damaging the missile.
- Laser light is used in LIDAR's to accurately measure the distance to an object.

Lasers in Communications

- Laser light is used in optical fiber communications to send information over large distances with low loss.
- Laser light is used in underwater communication networks.
- Lasers are used in space communication, radars and satellites.

Lasers in Metallurgical

- Lasers are used to cut glass and quartz.
- Lasers are used in electronic industries for trimming the components of Integrated Circuits (ICs).
- Lasers are used for heat treatment in the automotive industry.
- Laser light is used to collect the information about the prefixed prices of various products in shops and business establishments from the bar code printed on the product.
- Ultraviolet lasers are used in the semiconductor industries for photolithography. Photolithography is the method used for manufacturing printed circuit board (PCB) and microprocessor by using ultraviolet light.
- Lasers are used to drill aerosol nozzles and control orifices within the required precision.

Lasers in Science and Technology

- A laser helps in studying the Brownian motion of particles.
- With the help of a helium-neon laser, it was proved that the velocity of light is same in all directions.
- With the help of a laser, it is possible to count the number of atoms in a substance.
- Lasers are used in computers to retrieve stored information from a Compact Disc (CD).
- Lasers are used to store large amount of information or data in CD-ROM.
- Lasers are used to measure the pollutant gases and other contaminants of the atmosphere.
- Lasers helps in determining the rate of rotation of the earth accurately.
- Lasers are used in computer printers.
- Lasers are used for producing three-dimensional pictures in space without the use of lens.
- Lasers are used for detecting earthquakes and underwater nuclear blasts.
- A gallium arsenide diode laser can be used to setup an invisible fence to protect an area.

Lasers in holography

- Holography is a method of recording an objects image in a way that when viewed later, it appears three dimensional.
- A light field is created by a laser source that illuminates both the object and the recording media.
- The scattered light from the object interferes with the reference light and it is this interference pattern that creates the image. Light from a laser is split in two and, via optical components, is formed to illuminate the object and the recording media.
- Holograms are used in many different areas such as artistic displays, security marking and data storage.
- This latter application is particularly interesting as it offers the possibility of storing far higher quantities of data compared to magnetic or 2D optical methods, with the added benefit of the data being read at far higher rates.

Unit – V: Applications of Lasers

லேசர் என்பது ஒளியியல் சாதனமாகும், இது கதிர்வீச்சின் தூண்டுதலால் ஒத்திசைவான ஒற்றை நிற ஒளியின் தீவிர கற்றை உருவாக்குகிறது.

லேசர் ஒளி ஒரு சாதாரண ஒளியிலிருந்து வேறுபட்டது. இது ஒத்திசைவு, ஒரே வண்ணமுடையது, திசை மற்றும் அதிக தீவிரம் போன்ற பல்வேறு தனித்துவமான பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது. இந்த தனித்துவமான பண்புகள் காரணமாக, லேசர்கள் பல்வேறு பயன்பாடுகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒளிக்கதிர்களின் மிக முக்கியமான பயன்பாடுகள் பின்வருமாறு:

- அறுவை சிகிச்சையில் லேசர்கள்
- இராணுவத்தில் லேசர்கள்
- தகவல்தொடர்புகளில் லேசர்கள்
- மெட்டல்ஜிகலில் லேசர்கள்
- அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத்தில் லேசர்கள்
- ஹாலோகிராஃபியில் லேசர்கள்

அறுவை சிகிச்சையில் லேசர்கள்

- இரத்தமற்ற அறுவை சிகிச்சைக்கு லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- சிறுநீரக கற்களை அழிக்க லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- புற்றுநோய் கண்டறிதல் மற்றும் சிகிச்சையில் லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- கண் லென்ஸ் வளைவு திருத்தங்களுக்கு லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- குடல்களில் புண்களைக் கண்டறிய ஃபைபர்-ஆப்டிக் எண்டோஸ்கோப்பில் லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- லேசர்களைப் பயன்படுத்தி கல்லீரல் மற்றும் நுரையீரல் நோய்களுக்கு சிகிச்சையளிக்க முடியும்.
- நுண்ணுயிரிகள் மற்றும் உயிரணுக்களின் உள் கட்டமைப்பை ஆய்வு செய்ய லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- ரசாயன எதிர்வினைகளை உருவாக்க லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- பிளாஸ்மாவை உருவாக்க லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- கட்டிகளை வெற்றிகரமாக அகற்ற லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- பற்களின் அழகல் அல்லது சிதைந்த பகுதியை அகற்ற லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. –
- முகப்பரு சிகிச்சை, செல்லுலைட் மற்றும் முடி அகற்றுதல் போன்ற ஒப்பனை சிகிச்சையில் லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- ஒரு பொருளின் தூரத்தை தீர்மானிக்க லேசர் வரம்பு கண்டுபிடிப்பாளர்கள் பயன்படுத்தப்படுகிறார்கள்.

இராணுவத்தில் லேசர்கள்

- நகரும் பொருள்களின் சுழற்சியின் மிகச் சிறிய கோணத்தை உணரவும் அளவிடவும் ரிங் லேசர் கைரோஸ்கோப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- லேசர்களை அதிக துல்லியத்துடன் இரவில் உளவு பார்க்க இரகசிய வெளிச்சமாக பயன்படுத்தலாம்.
- ஏவுகணையை சேதப்படுத்துவதன் மூலம் ஒரு போர்க்கப்பலின் ஆற்றலை அப்புறப்படுத்த லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- ஒரு பொருளின் தூரத்தை துல்லியமாக அளவிட LIDAR இல் லேசர் ஒளி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

தகவல்தொடர்புகளில் லேசர்கள்

- குறைந்த இழப்புடன் பெரிய தூரங்களுக்கு தகவல்களை அனுப்ப ஆப்டிகல் ஃபைபர் தகவல்தொடர்புகளில் லேசர் ஒளி பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- நீருக்கடியில் தொடர்பு நெட்வொர்க்குகளில் லேசர் ஒளி பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- விண்வெளி தொடர்பு, ரேடார்கள் மற்றும் செயற்கைக்கோள்களில் லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மெட்டல்ஜிகலில் லேசர்கள்

- கண்ணாடி மற்றும் குவார்ட்ஸை வெட்ட லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- ஒருங்கிணைந்த சுற்றுகளின் (ஐசி) கூறுகளை ஒழுங்கமைக்க மின்னணு தொழில்களில் லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- வாகனத் தொழிலில் வெப்ப சிகிச்சைக்கு லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- கடையில் மற்றும் வணிக நிறுவனங்களில் உள்ள பல்வேறு தயாரிப்புகளின் முன்னொட்டு விலைகள் குறித்த தகவல்களை தயாரிப்பில் அச்சிடப்பட்ட பார் குறியீட்டிலிருந்து சேகரிக்க லேசர் ஒளி பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- ஒளிமின்னழுத்தத்திற்காக அரைக்கடத்தி தொழில்களில் புற ஊதா ஒளிக்கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒளிச்சேர்க்கை என்பது புற ஊதா ஒளியைப் பயன்படுத்தி அச்சிடப்பட்ட சர்க்யூட் போர்டு (பிசிபி) மற்றும் நுண்செயலியை உற்பத்தி செய்வதற்கான முறையாகும்.
- ஏரோசல் முனைகளை துளைக்க மற்றும் தேவையான துல்லியத்திற்குள் சுழற்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத்தில் லேசர்கள்

- துகள்களின் பிரவுனிய இயக்கத்தைப் படிக்க லேசர் உதவுகிறது.
- ஹீலியம்-நியான் லேசரின் உதவியுடன், ஒளியின் வேகம் எல்லா திசைகளிலும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பது நிரூபிக்கப்பட்டது.
- லேசரின் உதவியுடன், ஒரு பொருளில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கையை எண்ண முடியும்.
- காம்பாக்ட் டிஸ்க் (சிடி) இலிருந்து சேமிக்கப்பட்ட தகவல்களை மீட்டெடுக்க கணினிகளில் லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- சிடி-ரோமில் அதிக அளவு தகவல்கள் அல்லது தரவை சேமிக்க லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- வளிமண்டலத்தின் மாசுபடுத்தும் வாயுக்கள் மற்றும் பிற அசுத்தங்களை அளவிட லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. -
- பூமியின் சுழற்சியின் வீதத்தை துல்லியமாக தீர்மானிக்க லேசர்கள் உதவுகின்றன. -
- அச்சுப்பொறிகள் கணினி அச்சுப்பொறிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- லென்ஸ்கள் லென்ஸைப் பயன்படுத்தாமல் விண்வெளியில் முப்பரிமாண படங்களை தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன.
- பூகம்பங்கள் மற்றும் நீருக்கடியில் அணு குண்டுவெடிப்புகளைக் கண்டறிய லேசர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- ஒரு பகுதியைப் பாதுகாக்க கண்ணுக்குத் தெரியாத வேலி அமைக்க காலியம் ஆர்சனைடு டையோடு லேசர் பயன்படுத்தப்படலாம்.

ஹாலோகிராஃபியில் லேசர்கள்

- ஹாலோகிராபி என்பது ஒரு பொருளின் படத்தை பின்னர் பார்க்கும் போது, அது முப்பரிமாணமாக தோன்றும் வகையில் பதிவு செய்யும் ஒரு முறையாகும்.
- லேசர் மூலத்தால் ஒரு ஒளி புலம் உருவாக்கப்படுகிறது, இது பொருள் மற்றும் பதிவு செய்யும் ஊடகத்தை ஒளிர்ச் செய்கிறது.
- பொருளிலிருந்து சிதறிய ஒளி குறிப்பு ஒளியுடன் குறுக்கிடுகிறது, மேலும் இந்த குறுக்கீடு முறைதான் படத்தை உருவாக்குகிறது. லேசரிலிருந்து வரும் ஒளி இரண்டாகப் பிரிக்கப்பட்டு, ஆப்டிகல் கூறுகள் வழியாக, பொருளையும் பதிவு செய்யும் ஊடகத்தையும் ஒளிர்ச் செய்ய உருவாகிறது.
- கலை காட்சிகள், பாதுகாப்பு குறித்தல் மற்றும் தரவு சேமிப்பு போன்ற பல்வேறு பகுதிகளில் ஹாலோகிராமைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- இந்த பிந்தைய பயன்பாடு குறிப்பாக சுவாரஸ்யமானது, ஏனெனில் இது காந்த அல்லது 2டி ஆப்டிகல் முறைகளுடன் ஒப்பிடும்போது மிக அதிக அளவிலான தரவை சேமிப்பதற்கான வாய்ப்பை வழங்குகிறது, மேலும் தரவின் கூடுதல் நன்மை மிக அதிக விகிதத்தில் படிக்கப்படுகிறது.

Books for study and reference

1. A text book of Optics – Brijilal Subramaniam, S.Chand&Co., 2009.
2. Engineering Physics I – Dr. P. Mani, Dhanam Publication, 2013.
3. An Introduction to LASERS theory and applications – M.N. Avanhanalu, Chand&Co.,2004.