



லேசர் (Laser)

சாதாரண ஒளிமூலம் ஒன்று வெளிவிடும் ஒளி ஓரியல்பற்றது, ஏனெனில் வெவ்வேறு அணுக்கள் வெவ்வேறு கட்டங்களில் ஒளியை உமிழும். குறுக்கீட்டு விளைவிற்கு ஓரியல் மூலங்கள் மிக அவசியம். இரண்டு தனிப்பட்ட மூலங்கள் ஓரியல் மூலங்களாகச் செயல்படாது. சோதனைகளுக்கு ஒரு ஒளி மூலத்திலிருந்து இரண்டு ஓரியல் மூலங்களைப் பெறலாம். சமீப காலமாக முழுமையான ஓரியல் பண்பினைக் கொண்ட மூலங்கள் உண்டாக்கப்பட்டன. இவை லேசர் எனப்படும். LASER என்பது (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) என்ற ஆங்கிலச் சொற்றொடரின் சுருக்கமாகும். சாதாரண ஒளிக்கும், லேசர் (LASER) ஒளிக்கும் உள்ள வேறுபாடு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

லேசரின் சிறப்பியல்புகள்

லேசர் கற்றை என்பது (i) ஒற்றை நிற ஒளியைக் கொண்டது (ii) ஓரியல்பு தன்மையுடையது. எல்லா அலைகளும் ஒரே கட்டத்தில் இருக்கும். (iii) விரிந்து செல்லாது (iv) அதிகச் செறிவு கொண்டது.

தன்னிச்சையான உமிழ்வு மற்றும் தூண்டு உமிழ்வு

ஒரு அணு E_1, E_2 என்ற இரண்டு ஆற்றல் மட்டங்களுக்கு இடையே இடம் பெயர வேண்டுமெனில் $E_2 - E_1 = h\nu$ ஆற்றல் கொண்ட \therefore போட்டானை உமிழ வேண்டும் அல்லது உட்கவர் வேண்டும்.

வெப்பச்சமநிலையில் அடிநிலையில் அணுக்களின் எண்ணிக்கை (N_1) கிளர்ச்சி நிலையிலுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கையைவிட (N_2) அதிகமாக இருக்கும். இது இயல்பு நிலை அணுத்தொகை எனப்படும். கட்டற்ற அணுக்கள் கொண்ட மாதிரியைக் கருதுவோம். இதில் சில அணுக்கள் E_1 ஆற்றலுடன் அடிநிலையிலும், சில ஆற்றலுடன் கிளர்ச்சி நிலையிலும் இருப்பதாகக் கொள்வோம். $h\nu = E_2 - E_1$ ஆற்றல் கொண்ட \therefore போட்டான் அடிநிலை அணுக்களுடன் மோதினால், அடிநிலையிலுள்ள அணுக்கள் கிளர்ச்சி நிலைக்குச் செல்லும். இது தூண்டு உட்கவர்தல் எனப்படும்.

ஆடிநிலையிலுள்ள அணுக்களை, கிளர்ச்சி நிலைக்கு எடுத்துச் செல்லும் நிகழ்ச்சி தெறிப்பு (pumping) எனப்படும்.

அணுக்கள் ஒளியாற்றல் மூலம் உயர் ஆற்றல் மட்டங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டால், ஒளியியல் தெறிப்பு (Optical pumping) எனப்படும். வெளிப்புறத் தூண்டுதல் மூலம் அடிநிலையிலிருந்து அணுக்கள் கிளர்ச்சி நிலைக்குச் சென்றால், கிளர்ச்சி நிலை அணுக்களின் எண்ணிக்கை (N_2) அடி நிலை அணுக்களின்

எண்ணிக்கையை (N_1) விட அதிகமாகும். இந்நிகழ்ச்சி அணுத்தொகை ஏற்றம் (population inversion) எனப்படும்.

கிளர்ச்சி நிலையில் அணுக்களின் ஆயள் பொதுவாக 10^{-8} s ஆகும். சில கிளர்ச்சி நிலைகளில் ஆயட்காலம் 10^{-3} s என்ற அளவில் அதிகமாக இருக்கும். இத்தகைய நிலை இடைநிலை (meta stable state) எனப்படும். கிளர்ச்சி நிலையானது சாதாரண நிலையாக இருந்தால் கிளர்ச்சி அணுக்கள் புற உதவியின்றி அடிநிலையை அல்லது தாழ்மட்ட நிலையை அடையும். இந்நிகழ்வின் போது, $E_2 - E_1 = h\nu$ ஆற்றல் கொண்ட \therefore போட்டான் உமிழப்படும். இது தன்னிச்சையின் உமிழ்வு எனப்படும்.

கிளர்ச்சி நிலையானது இடைநிலையாக இருந்தால் அணுக்கள் இந்நிலையில் சற்று அதிக நேரம் இருக்கும். ஆற்றல் கொண்ட \therefore போட்டான்களை, இடைநிலையிலுள்ள அணுக்களின் மீது மோதச் செய்து அவற்றை அடிநிலைக்குக் கொண்டு வரலாம். இந்நிலையில் $E_2 - E_1 = h\nu$ ஆற்றலுடைய \therefore போட்டான் உமிழப்படும். இது தூண்டு உமிழ்வு (Induced emission) எனப்படும்.

வெளிப்படும் \therefore போட்டான் ஆனது தூண்டு \therefore போட்டான் அல்லது இரண்டாம் நிலை \therefore போட்டான் எனப்படும். இரண்டாம் நிலை \therefore போட்டான் எப்போதும் தூண்டுவிக்கும் \therefore போட்டானுடன் ஒத்த கட்டத்தில் இருக்கும். இந்த \therefore போட்டான்கள் மீண்டும் \therefore போட்டான் உமிழ்தலைத் தூண்டுவித்து ஒரு தொடர் வினையை உண்டாக்கும். இதுவே லேசர் செயல்பாடு (Laser action) எனப்படும். உருவாக்கப்படும் \therefore போட்டான்கள் அனைத்தும் ஒரே கட்ட நிலையில் இருக்கும். எனவே சிறந்த ஒற்றைநிற, முற்றிலும் ஓரியல்பான், செறிவுமிக்க ஒளியினை லேசர் உண்டாக்கும்.

லேசர் செயலைப் பெற வேண்டிய நிபந்தனைகள்

- அணுத்தொகை ஏற்றம் இருக்க வேண்டும். அதாவது அடிநிலையை விட கிளர்ச்சி நிலையில் அதிக அணுக்கள் இருக்க வேண்டும்.
- கிளர்ச்சியுற்ற நிலை இடைநிலையாக இருக்க வேண்டும்.
- வெளிவரும் போட்டான்கள், மேலும் \therefore போட்டான்கள் வெளிவருவதைத் தூண்ட வேண்டும். இதனை, எதிரொளிக்கும் கண்ணாடிகள் இரண்டு முனைகளில் வைக்கப்படுவதால் பெறலாம்.

ரூபி லேசர் (Ruby laser)

T. மெய்மன் (T. Maiman) என்பவரால் 1960ல் ரூபி லேசர் வடிவமைக்கப்பட்டது. இது 10 cm நீளமும், 0.8 cm விட்டமும் கொண்ட ரூபி படிகத் தண்டினைக் கொண்டது. ரூபி என்பது அலுமினிய ஆக்ஸைடால் (Al_2O_3) ஆனது. இதில் சில அலுமினிய அணுக்கள், குரோமியம் அயனிகளால் (Cr^{3+}) இடம் பெயர்வு செய்யப்படுகின்றன. ரூபி தண்டின் முனைகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகவும், தட்டையாகவும் இருக்கும். ஒரு முனை முழுவதும் வெள்ளிப் பூச்சு (Semi silvered) கொடுக்கப்பட்டு ஆடியாகவும், செயல்படும். ரூபித் தண்டினைச் சுற்றி சுருள் வடிவ செனான் (Zenon) தெறிப்புக் குழாய் உள்ளது. இதிலிருந்து வரும் ஒளி குரோமிய அணுக்களை உயர்ந்த நிலைக்கு எடுத்துச் செல்லும். செனான் குழாயிலிருந்து வெளிவரும் ஒவ்வொரு ஒளித் தெறிப்பும் பல மில்லி வினாடிகளுக்கு நீடித்திருக்கும். ஒவ்வொரு தெறிப்பும் சில ஆயிரம் ஜூல்கள் ஆற்றல் உடையதாக இருக்கும்.

ரூபி லேசரில் உள்ள குரோமிய அணுக்களின் கிளர்ச்சி மற்றும் அடிநிலை ஆற்றல் மட்டங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. சாதாரண நிலையில் பெரும் பாலான குரோமிய அணுக்கள் அடிநிலை E_1 -ல் இருக்கும். ஒளித் தெறிப்புக் குழாயினால் ஒளியூட்டப்படும் போது 5500 \AA அலை நீளம் கொண்ட (பச்சை நிற ஒளி) \therefore போட்டான்களை குரோமியம் அயனிகள் உட்கவர்வதால், அவை கிளர்ச்சி நிலை E_3 க்கு செல்கின்றன. இந்த கிளர்ச்சி அயனிகள், ஆற்றலின் ஒரு பகுதியை படிகத்தின் அணிக்கோவைக்குக் கொடுத்துவிட்டு கதிர்வீசலை வெளிவிடாமல் இடைநிலையை (E_2) அடையும். E_2 நிலையில் ஆயுட்காலம் (10^{-3} s) அதிகம். எனவே இடைநிலையில் அணுக்களின் எண்ணிக்கை தொடர்ந்து உயரும் இவ்வாறு E_1 , E_2 நிலைகளுக்கிடையே அணுத்தொகை ஏற்றம் ஏற்படுகிறது. இடைநிலை E_2 உள்ள கிளர்ச்சி அயனி, தன்னிச்சையாகத் அடிநிலை E_1 க்கு செல்லும் போது 6943 அலைநீளம் \AA அலைநீளம் கொண்ட சிவப்பு நிற ஒளித் துடிப்புகள், பகுதி வெள்ளிப்பூச்சு பெற்ற படிகத்தின் முனைவழியே வெளியேறும்.

ஹீலியம் - நியான் லேசர்

தொடர்ச்சியான, செறிவு மிக்க லேசர் கற்றையினை வாயு லேசர்கள் மூலம் பெறலாம். ஹீலியம்.

He - Ne லேசரில் குவார்ட்ஸ் குழாய் ஒன்றுள்ளது. இதனுள் 1 mm பாதரச அழுத்தத்தில் $1 : 4$ என்ற விகிதத்தில் ஹீலியம் - நியான் வாயுக்கள் உள்ளன. குழாயின் ஒரு முனையில் முழுதும் பிரதிபலிக்கக்கூடிய ஆடி பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மறுமுனையில், ஒரு பகுதி ஒளியை மட்டும் பிரதிபலிக்குமாறு, பகுதி வெள்ளிப்பூச்சு உடைய ஆடி இருக்கும்.

வாயுவில் மின் போக்கினை நிகழ்த்த ஒரு திறன்மிக்க ரேடியோ அதிர்வெண் மின்னியற்றி பயன்படுகிறது. இதனால் ஹீலிய அணுக்கள் உயர்ந்த நிலைக்கு கிளர்ச்சியடையும்.

He - Ne அணுக்களின் ஆற்றல் மட்டங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. வாயுவின் வழியே மின்போக்கு நிகழும்போது, குழாயிலுள்ள எலக்ட்ரான்கள் ஹீலிய, நியான் அணுக்களுடன் மோதலுற்று அவற்றை அடிநிலையிலிருந்து 20.61 eV மற்றும் 20.66 eV ஆற்றல் கொண்ட இடைநிலைகளுக்கு உயர்த்தும். கிளர்ச்சியுற்ற சில ஹீலியம் அணுக்கள் மோதலின் மூலம் ஆற்றலை கிளர்ச்சியுறாத நியான் அணுக்களுக்கு கொடுக்கும். இவ்வாறு நியான் அணுக்களின் அணுத்தொகை ஏற்றத்திற்கு ஹீலியம் அணுக்கள் உதவுகின்றன. நியான் அணு 20.66 eV ஆற்றல் கொண்ட கிளர்ச்சி நிலையிலிருந்து 18.70 eV ஆற்றல் கொண்ட குறைந்த ஆற்றல் மட்டத்திற்கு தன்னிச்சையாகச் செல்லும் போது 6328 \AA அலைநீளம் கொண்ட கண்ணுறு பகுதியிலுள்ள \therefore போட்டான்களை உமிழும். இந்த \therefore போட்டான் பிரதிபலிக்கும் முனையில் எதிரொளிப்பு அடையச் செய்யப்பட்டு, வாயுக் கலவையின் வழியே முன்னும் பின்னும் செல்லும். அப்போது, கிளர்ச்சியுற்ற நியான் அணு தூண்டப்பட்டு, புதியதாக 6328 \AA அலைநீள \therefore போட்டான் உமிழப்பட்டு, தூண்டு போட்டானுடன் சேர்ந்து ஒரே கட்டத்தில் வெளிவரும். 20.66 eV லிருந்து 18.70 eV க்கு ஏற்படும் தூண்டப்பட்ட பெயர்வு, லேசர் நிகழ்வு ஆகும். லேசர் கற்றையானது, பகுதி வெள்ளிப்பூச்சு கொடுக்கப்பட்ட பரப்பின் வழியே வெளியேறும். நியான் அணுக்கள் 18.70 eV நிலையிலிருந்து E ஆற்றல் கொண்ட குறைந்த நிலைக்குத் தன்னிச்சையாகத் தாவி

ஓரியல் உமிழும். இந்த ஆற்றல் மட்டம் E லிருந்து, Ne அணுக்கள், மோதல்கள் மூலம் குழாயின் சுவர்களில் மோதலுற்று அடிநிலையை அடைகின்றன. இறுதியாக ஏற்படும் நிகழ்வு கதிர்வீச்சுற்றது.

லேசரின் பயன்கள்

உயர்ந்த ஓரியல் பண்பு, அதிகச் செறிவு காரணமாக லேசர் கற்றையானது அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் துறைகளில் பயன்படுகிறது.

தொழில்துறை பயன்கள்

- லேசர் கற்றையினைப் பயன்படுத்தி வைரம் மற்றும் கடினமான, தடித்த தகடு போன்றவற்றில் மிக நுண்ணிய துளைகளிடலாம்.
- கடினமான உலோகங்களின் தடித்த தகடுகளை வெட்டவும், பற்ற வைப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன.
- மின்னணு சுற்றுகளிலும், குறைக்கடத்தி சுற்றுகளிலும் தேவையற்ற பொருள்களை ஆவியாக்கப் பயன்படுகிறது.
- பொருள்களின் தரத்தினை சோதிக்க உதவும்.

மருத்துவப் பயன்கள்

- மிகக் குறுகிய பரப்பில் குவிக்கப்படுவதால், மிக நுண்ணிய அறுவை சிகிச்சைக்குப் பயன்படுகிறது.
- சிறுநீரகக் கல், கட்டிகள் ஆகியவற்றை அகற்றவும், மூளை அறுவை சிகிச்சை, கண் விழித்திரை நீக்குதல் போன்றவற்றில் நுண்ணிய இரத்தக் குழாய்களை வெட்டவும், ஓட்டவும் பயன்படுகிறது.
- உணவுப் பாதை உள்நோக்கிகளில் (endoscopy) பயன்படுகிறது.
- மனித மற்றும் மிருகப் புற்றுநோய் சிகிச்சையில் பயன்படுகிறது.

அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் பயன்கள்

- லேசர் கற்றையின் அதிர்வெண் நிலையாக இருப்பதால், அதனைப் பண்பேற்றம் செய்து ரேடியோ, தொலைக்காட்சி, தொலைபேசிகளில் பல செய்திகளை ஒரே நேரத்தில் அனுப்பலாம்.
- ஓளியில் இழை (Optical Fiber Communication) செய்தித் தொடர்பில் குறைக்கடத்தி லேசர் பயன்படுகிறது.
- குறுகிய பரப்பில் பரவுவதால், மைக்ரோ அலை செய்தித் தொடர்பில் லேசர் ஒரு சிறந்த கருவியாகப் பயன்படுகிறது. புவித் துணைக்கோள்கள் மற்றும் ராக்கெட் துறைகளில் தொடர்பு கொள்ள லேசர் பயன்படுகிறது. இலக்கு (target) உள்ள தொலைவைத் துல்லியமாகக் கண்டறிவதிலும் லேசர் பயன்படுகிறது.
- புவிக்கும், நிலவிற்கும் இடையே உள்ள தொலைவைக் கணக்கிடலாம்.
- இராமன் நிறமாலையியலில் பயன்படுகிறது.
- ஹோலோகிராபி என்ற முப்பரிமாணக் கலையில் பயன்படுகிறது (லென்சுகளைப் பயன்படுத்தாமல் முப்பரிமாண நிழற்படம் உருவாக்குதல்).
- (எசை) லேசரைக் கொண்டு, ரேடாரைப் போன்று பொருள் உள்ள தொலைவு, திசைவேகம், அளவு மற்றும் திசை ஆகியவற்றை எதிரொளித்த சைகையைக் கொண்டு துல்லியமாக அறிலாம்.

ஹோலோகிராபி

ஒரு காமிராவில் புகைப்படம் எடுக்கும்போது முப்பரிமாணப் பொருளின் இரு பரிமாண பிம்பம் கிடைக்கும். பொருளின் முப்பரிமாணத் தோற்றத்தினை ஹோலோகிராபி முறையில் பெறலாம். சாதாரண புகைப்படத்தில் ஒளி அலையின் வீச்சு புகைப்படச் சுருளில் பதியும். ஹோலோகிராபி முறையில் ஒளியின் வீச்சு, கட்ட நிலை ஆகிய இரண்டும் படச் சுருளில் பதிக்கப்படும். இவ்வாறு பெறப்படும் படம் (பிம்பம்) ஹோலோகிராம் (Hologram) எனப்படும்.

மேசர் (Maser)

MASER என்பது Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation என்ற ஆங்கிலச் சொற்றொடரின் சுருக்கம். மேசரின் செயல்பாடு லேசரைப் போன்றதே. மேசரின் தத்துவம் அணுத்தொகை ஏற்றமும் அதனைத் தொடர்ந்து தூண்டு உமிழ்தலும் ஆகும். மேசர் அமைப்பில், இடைநிலையிலிருந்து பெயர்வு நிகழும் போது உமிழப்பட்ட \therefore போட்டான், நுண்ணலை (microwave) அதிர்வெண்ணில் அமையும். பாராகாந்த அயனிகள் மேசர் பொருளாகப் பயன்படுகின்றன. நடைமுறையில் அயனிப் படிக்கத்தில் குரோமியம் அல்லது கடோலினியம் (gadolinium) அயனிகள் மாசுப் பொருளாக சேர்க்கப்படும். அம்மோனியா வாயுவும் மேசர் பொருளாகப் பயன்படும். மூலக்கூறு நிறமாலையியலில், மேசர் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க கருவியாகச் செயல்படுகிறது.

Practice Questions

1. Which of the following are characteristics of laser?

- a. Monochromatic
b. Coherent
c. Extremely intense
d. all the above

பின்வருவனவற்றில் எது லேசரின் சிறப்பியல்புகள்?

- a. ஒற்றை நிற ஒளியைக் கொண்டது.
b. ஒரியல்பு தன்மையுடையது
c. அதிகச் செறிவு கொண்டது.
d. அனைத்தும்

2. LASERS used for hair transplantation is

- a. Co₂ laser
b. Nd : YAG laser
c. Ruby laser
d. Diode laser

ரோமங்களை மாற்றுவதற்கு பயன்படும் லேசர்

- a. Co₂ லேசர்
b. Nd : YAG லேசர்
c. ரூபி லேசர்
d. டையோடு லேசர்

3. The Ruby laser was first developed by _____

- a. T. Maiman
b. Henry
c. Newton
d. none of the above

ரூபி லேசரையை முதலில் உருவாக்கியவர் யார்?

- a. T. மெய்மன்
b. ஹென்றி
c. நியூட்டன்
d. எதுவுமில்லை

4. He-Ne laser system consists of a quartz discharge tube containing helium and neon in the ratio.

- a. 1:4
b. 4:1
c. 2:7
d. 7:2

He-Ne லேசரில் குவார்ட்ஸ் குழாய் ஒன்றுள்ளது இதனுள் _____ விகிதத்தில் He-Ne வாயுக்கள் உள்ளன.

- a. 1:4
b. 4:1
c. 2:7
d. 7:2

5. MASER stands for _____

- a. Microwave Amplification by stimulated emission of radiation
b. Microwave Amplifier by stimulated emission of radio wave.
c. Microns amplification by stimulated emission of radio wave
d. None of the above

MASER என்பதன் விளக்கம் _____.

- a. Microwave Amplification by stimulated emission of radiation
b. Microwave Amplifier by stimulated emission of radio wave.
c. Microns amplification by stimulated emission of radio wave
d. None of the above