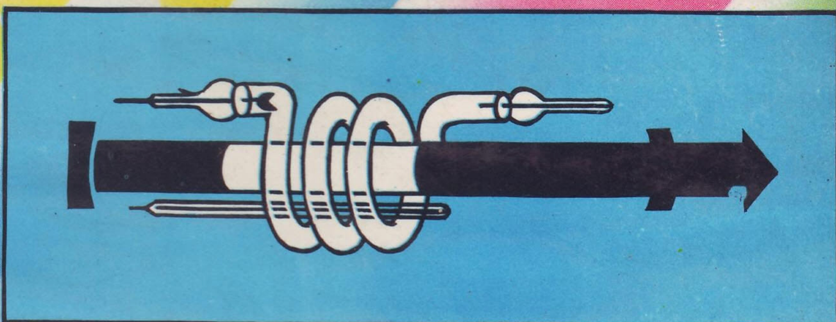
# லேசர் அறிவியல்



அ.கி. மூர்த்தி

# லேசர் அறிவியல்

பேரா. அ. கி. மூர்த்தி

மணிவாசகர் பதிப்பகம்
8/7 சிங்கர் தெரு, பாரிமுனை,
சென்னை-600108.

முதல் பதிப்பு: 14, நவம்பர், 1994.
திருவள்ளுவர் ஆண்டு: 2025.
விலை: ரூ. 12.00
மணிவாசகர் வெளியீட்டு எண் : 525

## பதிப்புச் செம்மல்

## டாக்டர் ச. மெய்யப்பன்

டாக்டர் ச.மெய்யப்பன் அண்ணாமலைப் பல்கலைக் கழகத்தில் பேராசிரியராகப் பணியாற்றியவர்; திருக்குறள் இயக்கம், திருமுறைஇயக்கம், தமிழிசை இயக்கம், தமிழ்வழிக் கல்வி இயக்கம் முதலிய தமிழியக்கங்களில் முழுமூச்சுடன் ஈடுபட்டு உழைப்பவர். தமிழகப் புலவர் குழு உறுப்பினர். பல்கலைக் கழகங்களின் பதிப்புக்குழு உறுப்பினராகச் சிறப்பாகச் செயலாற்றி வருகிறார். இவர், தமிழ் நாட்டில் பல பல்கலைக்கழகங்களில் அறக்கட்டளைகள் நிறுவியுள்ளார். பன்னிரண்டு நூல்களின் ஆசிரியர். இவர் எழுதிய தாகூர் நூல் தமிழக அரசின் முதற் பரிசு பெற்றது. தமிழ் நூல் வெளியீட்டுத் துறையில் சாதனைகள் பல புரிந்த செம்மலாகிய இவர் துறை தோறும் தமிழுக்கு ஆக்கம் தரும் நல்ல நூல்களைச் செம்பதிப்பாக வெளியிடுவதைத் தம் வாழ்வின் குறிக் கோளாகக் கொண்டுள்ளார். இவருடைய தமிழ்ப் பணியைப் பாராட்டிக் குன்றக்குடி அடிகளார், தமிழவேள் என்னும் விருதினை வழங்கியுள்ளார். குளித்தலை கா.சு. பிள்ளை இலக்கியக்குழு, தமிழ்நெறிக் காவலர் என்னும் விருதினை அளித்து இவரைச் சிறப்பித்துள்ளது பதிப்புச்செம்மல் என அறிஞர்கள் இவரைப் பாராட்டுவர்.

*கிடைக்குமிடம்*

**மணிவாசகர் நூலகம்**

12-B மேல சன்னதி, சிதம்பரம் - 608 001.
8/7, சிங்கர் தெரு,பாரிமுனை, சென்னை - 600 108.
28-A வடக்கு ஆவணி மூல வீதி மதுரை - 625 001.
15, ராஜ வீதி கோயமுத்தூர் - 641 001.
28, கிளைவ்ஸ் கட்டிடம், திருச்சி - 620 002.

தொலைபேசி:
சிதம்பரம் 23069 - சென்னை 561039
கோவை 37155 - மதுரை 36853

பாரி ஆப்செட் பிரிண்டர்ஸ், சென்னை - 600 013
போன் : 5950958

# தமிழில் முதல் நூல்

## பதிப்புச் செம்மல் தமிழவேள் ச. மெய்யப்பன்

'சென்றிடுவீர் எட்டுத்திக்கும் கலைச்செல்வங்கள் யாவும் கொணர்ந்திங்கு சேர்ப்பீர்' எனப் புதுமைக்கவி பாரதி பாடியதற் கொப்பப் புத்தம் புதிய அறிவியல் செய்திகள் 'இலேசர் அறிவியல்' என்னும் இந்நூலில் கொடுக்கப்படுகின்றன. எட்டாவது உலகத் தமிழ் மாநாட்டை நோக்கி மணிவாசகர் பதிப்பகம் தன் மொழிக் கடமையாக இந்த அரிய நூலைப் பெருமிதத்துடன் வெளியிடுகிறது. ஒரு நூற்றாண்டாக அறிவியல் வளர்ச்சி வளர்ந்திருந்தாலும் இந்நூற்றாண்டில் பெருகிய வளர்ந்த விரிந்த அறிவியல் ஆய்வுகள் ஒப்புமை சொல்ல முடியாதவை. கணிப்பொறி கண்டுபிடிப்பு புதிய படிகத்தில் ஒரு திருப்பு முனை. கணிப்பொறி புகாத துறையில்லை. கணிப்பொறியின் ஆட்சி, கடவுளின் ஆட்சிபோல எங்கும் நீக்கமற நிறைந்திருக்கிறது. அறிவியல் வளர்ச்சியால் மனிதகுலம் வசதிக்காகப் பெற்ற கருவிகள் பல; நேரத்தையும் தூரத்தையும் வெல்ல கண்ட கருவிகள் பல. எல்லாவற்றையும் விட மனிதகுலம் நோய்களின் துயரங்களிலிருந்தும் விடுதலை அடையக் கண்டுபிடித்த மருத்துவ அறிவியலின் சாதனை மகத்தானது. நல்வாழ்வு, ஆயுள் நீட்டிப்பு முதலியவற்றோடு தீராத நோய்களுக்குத் தீர்வு காணவும் கண்டறிய முடியாத நோய் உயிரிகளை, நோய் முதலியவைகளைக் கண்டறிந்து மனிதகுல மகிழ்ச்சிக்கும் உய்வுக்கும் வழிகாட்டிய கருவிகளில் இலேசர் கருவி முதன்மையானது.

நுண்மையில் உண்மை வாய்ந்ததும் ஒளிமை உடையதும் உயர்சிறப்பு உடையதும் இக்கருவி. ஒளியின் செறிவு, ஒருதிசைச் செலவு, சிதறலில்லாத போக்கு முதலிய பண்புகள் இலேசரின் நுண்ணமைப்பாகும். 400க்கு மேற்பட்ட அமெரிக்க அறிவியல் அகங்களில் 2000க்கு மேற்பட்ட ஆய்வாளர்கள் ஆய்ந்து கண்டு பலவகைகளில் இலேசரின் பல்வகைப் பயனைப் பெருக்கினர்.

இச்சீரிய நூலை இயற்றிய ஆசிரியர் அ.கி. மூர்த்தி அறிவியல் அறிஞர். அறிவியலுக்காகத் தமிழக அரசின் முதற் பரிசு பெற்றவர்.

நல்லாசிரியர். விருதுபெற்ற தலைமை ஆசிரியர். அறிஞர் அண்ணாவின் ஆங்கில உரைகளைத் தமிழாக்கம் செய்தவர். அண்ணாவின் மேடைத் தமிழை மேன்மைமிகு ஆங்கிலத்தில் மொழியாக்கம் செய்தவர். பல்லாயிரம் சொற்களைக் கொண்ட **அறிவியல் அகராதியைத்** தமிழில் முதல் முதலில் உருவாக்கிய பெருமையர். விஞ்ஞானத்தின் நுட்பம் உணர்ந்த வித்தகர். அறிவியலில் ஆழங்கால் பட்டவர். எதனையும் எளிதாக விவரிக்க வல்லவர். இவர்தம் அறிவியல் நூல் பணிக்குத் தமிழ் கூறும் நல்லுலகம் கடமைப்பட்டுள்ளது. தமிழ்வழி அறிவியல் விரும்பு வோர்க்கு இந்நூல் வழிகாட்டி. நூலைப் பகுத்துள்ள திறமும் செய்திகளைத் தொகுத்துள்ள திறமும் ஆசிரியரின் அறிவியல் ஆளுமைக்குக் கட்டியம் கூறுகின்றன. எளிய தமிழில் எல்லோருக்கும் புரியும் வகையில் எழுதிய ஆசிரியரை எவ்வளவு பாராட்டினாலும் தகும். ஒரு கட்டுரையையோ, ஒரு நூலையோ பார்த்து எழுதிய நூல் அன்று. வளர்ந்து வரும் இலேசர் அறிவியல் துறையின் நுணுக்கங் களை உள்வாங்கிக்கொண்டு எழுதப்பட்ட **முதல் அறிவியல் நூல்.** ஆசிரியர்தம் முயற்சியில் வெற்றி பெற்றுவிட்டார் என்பதை நூலைப் படிப்போர் எளிதில் உணர்வர்.

அறிவியல் நலம் சான்ற நல்லாசிரியரை இனம் கண்டு அவர் அரிதின் முயன்று உருவாக்கிய அரிய நூலை உரிய காலத்தில் வெளியிட்டு மணிவாசகர் பதிப்பகம் பெருமையும் பேருவகையும் கொள்கிறது. பள்ளி, கல்லூரி மாணவர்களுக்கும் அறிவியல் ஆர்வாளர்களுக்கும் இவ்வகை நூல்கள் விரும்பிப்படித்துப் பயன்பெறத் தக்கவை என்பது என் உறுதியான நம்பிக்கை.

**அறிவியலை அறிவோம்**
**தாய்மொழிவழி சிந்திப்போம்**
**தமிழ்வழி புதுமை படைப்போம்.**

# முன்னுரை

இலேசர் ஈடு இணையற்ற புனைவு ஆகும். 1950இல் இலேசர் ஆராய்ச்சி தொடங்கியதும் இவ்வாண்டிலிருந்து 40 ஆண்டுகட்கு மேற்பட்ட முறையான அறிவியல் வரலாறு இதற்குண்டு.

நம் எதிர்பார்ப்புகளுக்கு மேலாகப் பல வியப்புகளுக்குரியது இலேசர். டிரான்சிஸ்டர் என்னும் படிகப் பெருக்கிக்குப் பிறகு 40 ஆண்டுகளில் இந்த அளவுக்கு எந்தக் கருவியும் வளர்ந்ததாக வரலாறு இல்லை. மேலும், அறிவியல் வரலாற்றில், இலேசர் ஆராய்ச்சி போன்று பல நோபல் பரிசுகளைப் பெற்ற ஆராய்ச்சி மிகக் குறைவாகவே இருக்க இயலும். உண்மையில் இந்த விரைந்த வளர்ச்சி, பல துறைகளில் அதன் ஒளிமயமான நல் வாய்ப்பு களையே காட்டுகிறது. உண்மையினைக் கூறின், பல அறிவியல் துறைகளில் அது குறிப்பிடத்தக்க புரட்சியினை உண்டாக்கி வருகிறது.

**இலேசர் அறிவியல்** என்னும் இந்நூல் மக்கள் பதிப்பாக எழுதப்பெற்றுள்ளது. சராசரி வாசகருக்கு வேண்டிய செய்திகள் மட்டும் இதில் கூறப்பெற்றுள்ளன.

தமிழில் இலேசர் அறிவியல் பற்றி முறையாகவும், முழுமை யாகவும் தொகை வகை செய்து எழுதப்பெற்ற முதல் நூல் இதுவே. அண்மைக்காலத்தில் வளர்ந்த அரியதும் புதியதுமான அறிவியல்களுள் இலேசர் அறிவியலும் ஒன்று. இவ்வறிவினை வளர்தமிழும் பெறவேண்டும் என்னும் பெருநோக்கினால் இந்நூல் எழுதப்பெற்றுள்ளது.

பல தலைவாய்களிலிருந்து திரட்டப் பெற்ற செய்திகள் முழுமை யான பகுப்பிற்குப்பின், இந்நூலில் பயன்படுத்தப் பெற்றுள்ளன. இலேசர் பற்றி அனைவரும் அறிய இது ஒரு சிறு கலைக் களஞ்சிய மாக அமையும். எளிதில் புரிந்து கொள்ளக்கூடிய வகையில் அறிவியல் கருத்துகள் தெளிவுடனும் படத்துடனும் விளக்கப் பெற்றுள்ளன. இலேசர் கருத்து அரிய தொழில் நுட்பமுடையது. இஃது இந்நூலில் பத்து இயல்களில் வரலாறு, அறிவியல், தொழில்

நுட்பம் ஆகிய மூன்று துறைகளில் அமையுமாறு முறைப்படுத்தி எழுதப்பெற்றுள்ளது.

இலேசர் வளர்ச்சியில் இந்தியாவின் பங்கு பற்றிக் குறிப்பிடப் பட்டிருப்பது இந்நூலின் தனிச்சிறப்பு. தவிரச் செம்மையான நூலுக்குரிய கருவிநூல் தொகுப்பு, கலைச் சொல் தொகுப்பு, பொருள் முதல் குறிப்பு ஆகியவை இறுதியில் சேர்க்கப் பெற்றுள்ளன.

பதிப்புச் செம்மல் முனைவர் ச. மெய்யப்பன் அவர்கள் புதிய அறிவியல் வரிசையில் சில நூல்கள் எழுதித் தருமாறு அன்புக் கட்டளை இட்டார்கள். அதற்கேற்பச் சீரிய திட்டம் வகுக்கப்பட்டது. அதன் விளைவாக இவ்வரிசையில் வெளிவரும் முதல் நூல் இதுவே. இதைத் தொடர்ந்து வெளிவருவன பின்வருமாறு:

1. உயர்நிலை உயிரியல்
2. தொலையுணர் அறிவியல்
3. வெப்பநிலை அறிவியல்
4. வானவெளி அறிவியல்

இவை விரைவில் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக வெளிவரும். இச்சீரிய திட்டத்தைத் தொடங்கிச் செயற்படுத்திய பதிப்புச் செம்மல் அவர்களுக்கு நன்றி எவ்வளவு கூறினாலும் தகும். வாசகர்களுக்குப் புத்தம் புதிய செய்திகள் ஐந்து இளைய அறிவியல்களைப் பற்றிக் கிடைப்பது ஒரு பெரும் பேறு ஆகும்.

முடிவாக, இந்நூல் வளரும் தமிழுக்கு ஓர் ஆக்க நூல். இந்நூல் பற்றி வாசகர்கள் கருத்தேற்றங்கள் பெரிதும் வரவேற்கப் படுகின்றன.

"மெய்ப்பொருள் காண்ப தறிவு"

— அ.கி. மூர்த்தி

தொ.பே. 20139
தொல்காப்பியரகம்
திருவள்ளுவர் அச்சகம்
தஞ்சாவூர் — 613 009.

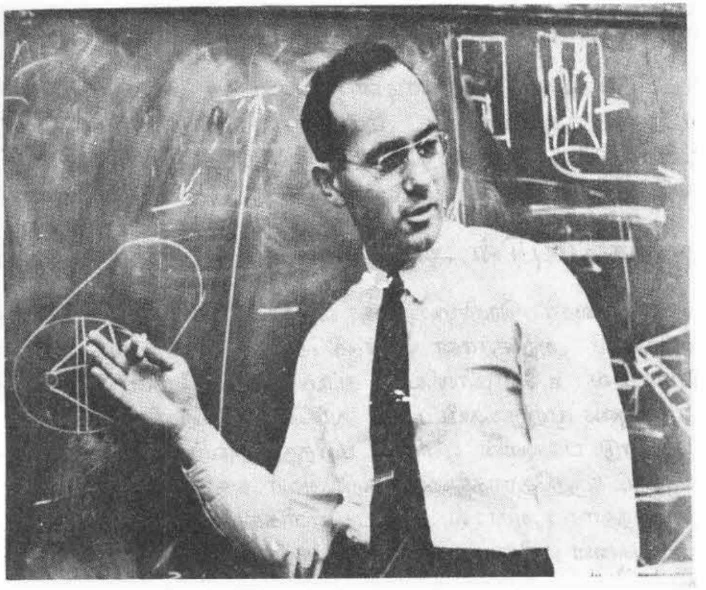
# பொருளடக்கம்


| | | |
|---|---|---|
| 1. | இலேசரின் வரலாறும் வளர்ச்சியும் | 1 |
| 2. | இலேசரின் அமைப்பும் இயங்கும் முறையும் | 5 |
| 3. | இலேசரின் வகைகளும் இலேசர் பொருள்களும் | 10 |
| 4. | இலேசரின் இயங்கு திறன் | 15 |
| 5. | இலேசரின் இதயமும் துணைப் பகுதிகளும் | 18 |
| 6. | இலேசர் கருவியமைப்புகளும் அவற்றின் பயன்களும் | 22 |
| 7. | இலேசர் நுணுக்கங்கள் | 35 |
| 8. | இந்திய ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களில் இலேசர் பணி | 40 |
| 9. | இலேசரின் அறிவியல் பயன்கள் | 45 |
| 10. | இலேசரின் தொழில் நுணுக்கப் பயன்கள் | 54 |

உருசிய இலேசர் அறிவியலாரும் நோபல்பரிசு
பெற்றவர்களுமான

**ஏ. பாசவ்** (நிற்பவர்)
**ஏ. புரோக்கரோவ்** (அமர்ந்திருப்பவர்)

நன்றி: சோவியத் தூதரகம், சென்னை.



அமெரிக்க இலேசர் அறிவியலாரும் நோபல்பரிசு
பெற்றவருமான

**சார்லஸ் H. டவுனிஸ்**

நன்றி: அமெரிக்கத் தூதரகம், சென்னை

# 1. இலேசரின் வரலாறும் வளர்ச்சியும்

## சீரும் சிறப்பும்

இருபதாம் நூற்றுண்டின் இணையற்ற புனைவு இலேசர். 40 ஆண்டுக்கு மேற்பட்ட முறையான வரலாறு இதற்குண்டு. தவிர, இஃது அரிய தொழில் நுணுக்கச் செறிவும் சீரிய அறிவியல் நுட்பமும் உடையது.

## ஆர்க்கிமெடிசின் ஆர்வம்

இலேசர் நெறிமுறைக்கு வித்திட்டவர் சிறந்த கிரேக்க அறிவியல் அறிஞரான ஆர்க்கிமெடிஸ் என்பவர் ஆவார். கி.மு.212-ல் உரோமானியக் கப்பல்கள் கிரேக்க நகரமான சிராகுயுசை முற்றுகையிட்டன. அப்பொழுது பெரிய ஆடிகளைக் கொண்டு பகலவன் ஒளியை மறித்து, அவற்றை அழிக்கலாம் என்னும் கருத்தேற்றத்தினைக்கூறி, அவர் அதனைச் செயல்படுத்த முனைந்தார். ஆனால், அது பயனளிக்கவில்லை. அவ்வொளி கப்பல்களை எரிக்கும் அளவுக்குத் தற்கால இலேசர் ஒளிபோல் ஆற்றல் உடையதுதானா என்பதை அவர் அறிந்தாரில்லை. இக்குறையினை அவருக்குப் பின் வந்த நியூட்டன், பிரஸ்னல், மாக்ஸ்வெல், மாக்ஸ்பிளாங்க் முதலிய அறிவியலார் ஆராய்ச்சிகள் போக்கின. ஆக, ஆர்க்கிமெடிஸ் கருத்து, பல நூற்றுண்டுகள் கழித்து உயிர்பெற்று, இன்று இலேசர் நெறி முறையாகியுள்ளது எனலாம்.

## ஐன்ஸ்டினின் ஆக்கம்

அறிவியல் உலகில் அழியாப் புகழ் பெற்ற அறிஞர் ஐன்ஸ்டின் தம் கிளர்வு வெளியேற்றக் கொள்கையினை, ஒளித்துகள் கொள்கையை வளர்க்க 1917-ல் அறிமுகப்படுத்தினார். இச்சீரிய பணிக்காக அவர் 1921-ல் நோபல் பரிசு பெற்றார். இத்துறையில் நீல்ஸ் போர், இராமன், கேம்படன் முதலிய அறிவியலாரின் சிறந்த பணி இங்கு நினைவுகூரத்தக்கது. இக்கொள்கை இலேசரின் பெருக்குபொறி நுட்பமாக அமைந்துள்ளது.

## பேராசிரியரின் பெரும்பணி

அடுத்துப் பேராசிரியர் ஆல்பிரட் கெஸ்லர் என்பார் 1950-ல் **ஒளிப்பாய்தல்** பற்றிய தம் நூலினை வெளியிட்டார். ஒளிப்பாய்தல் என்பது ஓர் அரிய மெய்ந்நிகழ்ச்சியாகும். இதில் வீறுள்ள இலேசர் அணுக்கள் ஒளிவீசு விளக்கினால் தூண்டப்படுகின்றன. இத்துறையில் ஆற்றிய அரும்பணிக்காக இவருக்கு 1966-ல் நோபல் பரிசு கிடைத்தது. மேசர், இலேசர் ஆகியவற்றின் இயற்பியல் கொள்கையினை அறியவும், அவற்றின் வளர்ச்சியினை மேம்படுத்தவும் இவர்தம் பணி பெரிதும் உதவுகிறது.

## புனைவு

1952-55-ஆம் ஆண்டுகளுக்கிடையில் கிளர்வு வெளியேற்றக் கொள்கையின் இயல்பினை அறிய முதல் ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டன. அமெரிக்காவில் கொலம்பியா பல்கலைக்கழகத்தைச் சார்ந்த டாக்டர் சார்லஸ் எச். டவுனிசும் அறிவார்ந்த பெல் ஆய்வுக்கூடத்தைச் சார்ந்த ஆர்தர் எல். ஷாலோவும் உருசியாவில் இயற்பியல் அறிஞர்கள் அலெக்சாண்டர் புரோக்கரோவும், நிகோலய் பாசவும், துகள் பிறப்பிகள், பெருக்கிகள் ஆகியவை பற்றிய கொள்கையினைத் தாங்கள் செய்த ஆய்வுகளினால் உருவாக்கினார்கள்.

***சிப்ப மின்னணு இயலில்*** நிகழ்ந்த இப்புதிய கண்டுபிடிப்பிற்காக, ஆர்தரைத் தவிர ஏனைய மூவருக்கும் 1964-ல் நோபல் பரிசு கிடைத்தது. ஆக, இம் மூவரது அரிய ஆராய்ச்சியினால் மேசரும், இலேசரும் 1954-ல் புனையப்பட்டன. இவை தனி ஒருவரது கண்டு பிடிப்போ புனைவோ அன்று, மாறாகக் கூட்டுக் கண்டுபிடிப்பும் புனைவும் ஆகும்.

## சாவுக்கதிர்கள்

1959-ல் ஒரு வகைப் பண்படாச் சாவுக்கதிர்களை அமெரிக்கர்கள் உண்டாக்கினர். இவை மின்காந்த அலைகளாகும். இவற்றைக் கொண்டு பல ரீசஸ் குரங்குகள் கொல்லப்பட்டன. அவை இறப்பு அறுவை செய்யப்பட்ட பொழுது, சாவுக்கு எவ்வகை நோய்க்காரணமும்

வெளிப்படவில்லை. மாறாக, மூளையணுக்கள் பலத்த அதிர்வுகளுக்கு உட்பட்டிருந்தது புலனாயிற்று, இந்த ஆய்வும் இலேசர் வளர்ச்சிக்கு அடிகோலியது.

## முதல் விளக்க ஆய்வு

1960-ல் டாக்டர் டி.எச். மெய்ம்மன் என்பார் ஒரு சிவப்புத் தண்டினை அமைத்து, ஆற்றல் வாயந்த ஒருங்கிணைந்த ஒளிக்கற்றையை அதன்மூலம் வெளிப்படுத்தினார். இக்கருவி அலுமனியம் ஆக்சைடு, குரோமியம் ஆகியவற்றாலானது. இதுவே விளக்கிச் செய்து காட்டப்பட்ட முதல் இலேசர் ஒளிக்கற்றையாகும்.

## இந்தியாவில் இலேசர் வளர்ச்சி

1968-ல் இந்தியாவில் இலேசர் வளர்ச்சி தொடங்கியது. தேசிய இயற்பியல் ஆய்வுக்கூடம், இந்திய அறிவியல் நிறுவனம், சென்னை, கான்பூர் இந்தியத் தொழில் நுணுக்க நிறுவனம், டெஃராடுனில் உள்ள ஐஅர்டிஇ, பாபா அணு ஆராய்ச்சி மையம், பாதுகாப்பு இயற்பியல் ஆய்வுக்கூடம் ஆகியவை இலேசர் வளர்ச்சிக்குக் கால்கோள் செய்தன. ஓராண்டிற்குள் குறைந்த ஆற்றல் உள்ள வளி இலேசர் மேற்கூறிய நிறுவனங்களின் ஆய்வுக்கூடங்களில் உருவாகி இயங்கியது. அடுத்த சில ஆண்டுகளில் இதன் வளர்ச்சிக்கு அடிப்படைக்காரணமாக இருந்தது இந்திய அறிவியல் நிறுவனத்தைச் சார்ந்த மையக் கருவி-பணி ஆய்வுக்கூடமாகும்.

இலேசருக்கு வேண்டிய புறப்பகுதிகளை மையக்கருவி-பணி ஆய்வுக்கூடம் ஆக்கித்தந்தது. உட்பகுதிகளான வளிக்கலவை, சிவப்புப்படிகம் ஆகியவை வெளி நாடுகளிலிருந்து இறக்குமதி செய்யப்பட்டன. இவற்றைக் கொண்டு இலேசர் ஆக்கும் பணியில் அஃது ஈடுபட்டுவருகிறது.

பாபா அணு ஆராய்ச்சி மையம், இந்தியத் தொழில் நுணுக்க நிறுவன இலேசர் செய்தித் தொடர்பு ஆய்வுக்கூடம், திருவனந்தபுர விக்ரம் சரபாய் வான வெளி மையம் முதலிய ஆராய்ச்சி நிலையங்களும் இலேசர் வளர்ச்சியில் தங்களை முழுவதும் ஈடுபடுத்திக் கொண்டுள்ளன. இந்நிறுவனங்களில்

இலேசர் எல்லைக்காணி முதலிய இலேசர் கருவிகளும் செய்யப்பட்டுள்ளன.

முன்னரே கூறியதுபோல, இலேசர், அதிகத் தொழில் நுணுக்கச் செறிவு கொண்டது. அமெரிக்கா, உருசியா, பிரிட்டன், ஆஸ்திரேலியா முதலிய முன்னேறிய நாடுகளில் அது நன்கு வளர்ந்துள்ளது. இந்தியா அந்நிலையை இன்னும் எட்டவேண்டிய கட்டத்திலேயே உள்ளது.

## இந்திய அறிவியலறிஞர் பணி

மராட்டிய மாநிலத்தைச் சார்ந்த டாக்டர் சி. குமார் படேல் இலேசர் துறையில் ஆற்றியுள்ள அரும்பணி இங்குக் குறிப்பிடத்தக்கது. இதற்காக அமெரிக்க ஒளி இயல் கழகம் அவருக்குப் பதக்கமளித்துப் பாராட்டியது மிகவும் மகிழ்வுக்குரிய செய்தியாகும். 1966 மார்ச்சு 17-இல் வாஷிங்டன்னில் நடந்த அதன் 50-வது ஆண்டுக்கூட்டத்தில் **அடால்ப் லோம்ப் பதக்கம்** அவருக்கு அளிக்கப்பட்டது. டாக்டர் பட்டேல் 14வது விருதாளராக அதனைப் பெற்றார்.

பதக்கத்தைத் அளித்து அக்கழகம் புகழ்ந்து கூறியதாவது: "அவர்தம் அகவையைக் கருதாது பார்க்கும்பொழுது, கொள்கை அளவிலும் ஆய்வு நிலையிலும் டாக்டர் பட்டேல் ஆற்றிய தொண்டு மிகச் சில அறிவியல் அறிஞர்களாலேயே ஆற்றமுடியும் என்பது கண்கூடு".

வேறுபட்ட 12 வளிச்சேர்ப்புகளைச் கொண்ட 200 இலேசர் மாறுநிலைகளை அவர் கண்டறிந்துள்ளார். மேலும், அவர் பல இலேசர் தொகுதிகளையும் அமைத்துள்ளார். நீளச்சார்பிலா ஒளி நிகழ்ச்சிகளையும் வளி இலேசர் தூண்டல் பற்றிய பல பொறிநுட்பங்களையும் அவர் ஆராய்ந்துள்ளார். பாய்ம வளி இலேசரையும் அவர் புனைந்துள்ளார்.

அகச்சிவப்பு அதிர்வெண்களில் உயர்ந்ததும் தொடர்ச்சியாகவும் உள்ள ஆற்றல் வெளிப்பலனையும் இலேசரின் மிக உயர்ந்த ஆற்றல் மாற்று திறனையும் பெற, மூலக்கூறுகளின் அதிர்வாற்றல் மாறலை, முதல் தடவையாக இந்த இலேசர் பயன்படுத்தியது.

இவ்வாறு நோபல் பரிசு பெற்ற பல அறிவியல் அறிஞர்களாலும் மற்றும் ஆராய்ச்சி அறிஞர்களாலும் உருவாக்கிய துகள் கொள்கையின் அடிப்படையில் அமைந்ததே வியத்தகு இலேசர் ஆகும். ஆகவே, அஃது அருமையும் பெருமையும் உடையதே.

# 2. இலேசரின் அமைப்பும் இயங்கும் முறையும்

## சொல் விளக்கம்

1952-ல் நுண்ணலைகளைப் பெருக்கும் கருத்தினை டாக்டர் டவுனிஸ் வெளியிட்டார். இந்த நெறிமுறையினை அவர் மேசர் என்னும் பெயரால் குறித்தார். 1954-ல் அவர் இயங்கும் முதல் இலேசரை அமைத்தார். இதனையே அலக்சாண்டர் புரோக்கரோவும், நிகோலய் பாசவும் செய்தனர். அவ்வாறு அவர்கள் உருவாக்கிய கருவியமைப்பு **அமோனிய வளி இலேசர்** ஆகும்.

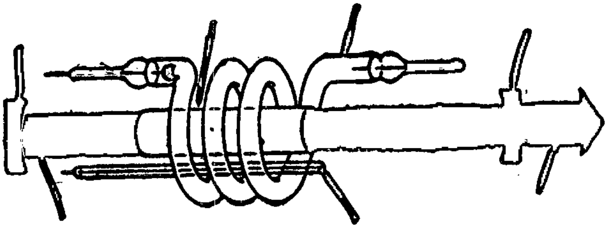
மேசர் என்னும் சொல் ரேடார் போன்று முதலெழுத்துச் சுருக்கத்தாலானது. தான்குறிக்கும் கருவியமைப்பின் வேலையை அது விளக்குகிறது. அதன் விரிவு **கதிர்வீச்சுக் கிளர்வு வெளியேற்றத்தால் உண்டாகும் நுண்ணலைப் பெருக்கம்** என்பதாகும். இலேசரின் விரிவோ **கதிர்வீச்சுக் கிளர்வு வெளியேற்றத்தால் உண்டாகும் ஒளிப்பெருக்கம்** என்பதாகும்.

## மேசரா இலேசரா?

மேசரில் நுண்ணலையும் இலேசரில் ஒளியும் பெருக்கம் அடைகின்றன. அலைநீளங்கள் செண்டிமீட்டரிலிருந்து மைக்ரான்களுக்கு மாறின. மைக்ரான் அலைவரிசையினை அடுத்து நிறமாலையின் தெரியும் பகுதி தொடங்கிற்று. இப்பொழுது மேசர் இலேசரானது. இது ஒளிப் பகுதியில் நிறைவான ஒருங்கிணைந்த கதிர்வீச்சு மூலமாகும். முதன்முதலில் வழக்கேறிய சொல் மேசர். பின் அதன் இடத்தை நிலையாகப் பிடித்துக் கொண்டது இலேசர். ஒரு நிலையில் ஒளிக்கற்றை என்பதும் மற்றொரு நிலையில் கருவியமைப்பு என்பதும் இலேசரின் பொருளாகும், ஆக, அடிப்படையில் மேசரும் இலேசரும் ஒன்றே.

## நெறிமுறை

பொருள்கள் அணுக்களாலானவை. அணுக்கள் வேறுபடும் ஆற்றல் அளவுகளைக் கொண்டவை. அவற்றில் ஒரு சிலவற்றிற்கு ஆற்றல் அளவுகள் அதிகமாகவும் மற்றும் சிலவற்றிற்குக் குறைவாகவும் இருக்கும். ஒளி, மின்சாரம் முதலிய வெளிப்புறத்தூண்டல்கள் மூலம் அணுக்களின் ஆற்றல் நிலையினைக் கூட்டவோ குறைக்கவோ இயலும். அதிக ஆற்றலுடைய அணுக்கள் தூண்டலுக்கு உட்படும் பொழுது, அவ்வாற்றல் கண்ணுக்குப் புலனாகும், ஒளியாக வெளிறேும். இதுவே **தூண்டல்** அல்லது ***கிளர்வு வெளியேற்றம்*** என்பது இந்நெறிமுறையில் அமைந்ததே இலேசர். இதனோடு தொடர்புடையது ***கேம்டன் விளைவு***




### சிவப்புக்கல் இலேசர்

## இலேசர் கருவியின் அமைப்பு

இங்குத் திண்ம இலேசரின் எளிய அமைப்பு பற்றிக் காண்போம். சிவப்புக்கல் அல்லது படிகம் இதன் இதயம். இது தண்டு வடிவத்தில் இருக்கும். இதைச் சுற்றி ஒளிவீசுகுழல், சுருள் வடிவத்தில் அமைந்திருக்கும். தூண்டும் மின்வாய்களைச் சுருள் கொண்டிருக்கும். தண்டிற்கு எதிரே இரு புறங்களிலும் ஒளியை மறிக்க ஆடிகள் இருக்கும். அவை, அனைத்தும் உரிய சட்டத்தில் பொருந்தி இருக்கும்.

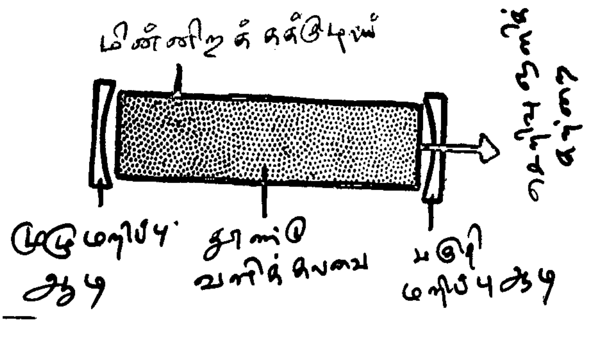
## திண்ம இலேசர் இயங்குதல்

ஒளிவீசுகுழலிலிருந்து ஒளி வீசப்படுகிறது. இது சிவப்புக் கல்லிலுள்ள மின்னணுக்களை வலுவாகத்தூண்டுகிறது. இதனால் ஒற்றையலை நீளமுடைய ஒளி உண்டாகிறது. இஃது இலேசரின் உள்ளே அமைந்துள்ள ஆடிகளால் முன்னும் பின்னும் மறிக்கப்படுகிறது. இச்செயலினால் அதன் செறிவு அதிகமாகிக் குறுகிய சிவப்பு நிறக்கற்றையாக அது வெளியேறு கிறது. ஒளியைப் பெருக்குவது மட்டுமல்லாமல், இலேசர் அதனைத் தூய்மைடையவும் செய்கிறது.

மின் காந்த மாலையின் அகச்சிவப்புப் பகுதியில், இலேசர் இயங்குகிறது. இப்பகுதி கண்ணுக்குப் புலப்படக்கூடிய சிவப்பொளிக்கும் மிகக் குறுகிய வானொலி அலைக்கும் இடையிலுள்ளது ஆகும்.

## வளி இலேசர் இயங்குதல்

1961ல் பேரும் புகழும் மிக்க பெல் ஆய்வுக்கூடங்களைச் சார்ந்த டி.ஆர். ஹேரியட், டபிள்யூ, ஆர். பென்னட் அலி ஜாவான் ஆகியோர் தொடர்ச்சி அலையுள்ள ஈலியம்-நியான் இலேசரை அமைத்தனர். இந்த இலேசரின் நியான் அணு இரு இடைப்பட்ட நிலைகளுக்கிடையே விழுவதால், கிளர்வு வெளியேற்றம் நடைபெறுகிறது. இவ்விரு நிலைகளில், கீழ்நிலை, அடிநிலைக்கு மேல் இருக்கும்.



வளி இலேசர்

உள்வரும் ஒளியணுவினால் தூண்டிய நிலையினைப் பெற வேண்டிய ஆற்றல் கிடைப்பதில்லை. மாறாக ஒளியணு தூண்டிய ஈலிய அணுவோடு மோதுவதால், அது கிடைக்கிறது. உயர் அதிர்வெண் அலைகளில் ஈலிய அணு தூண்டப்படுகிறது. இலேசரின் படிகக்குழாயில் உள்ள புற மின்வாய்களினால் வளிக்கலைவையில் மின்காந்தப் புலம் உண்டாகிறது.

அதிக மின்னழுத்தமுள்ள இருதிசை மின்னோட்டத்தினால் இது இயக்கப்படுகிறது. இதனால் **பிளாஸ்மாநிலை** உண்டாகிறது. பிறகு குறைந்த மின்னழுத்தமுள்ள ஒரு திசை மின்னோட்டத்தினால் பிளாஸ் மாநிலை நிலை நிறுத்தப்படுகிறது.

பிளாஸ் மா (கணிம) நிலை என்பது மிகு வெப்பநிலைகளில் பொருள் உள்ள நிலையாகும். இதனைப் பொருளின் நான்காம் நிலை எனலாம். ஏனைய மூன்று நிலைகள் திண்ம, நீர்ம, வளி நிலைகளாகும்.

கணிம நிலையில் எல்லா அணுக்களும் தங்கள் மின் அணுக்களிலிருந்து விடுபட்டுத் தூய அயனிகளாகின்றன. கணிமநிலை என்பது புதிய கருத்தாகும். மிகு வெப்பநிலை ஆய்வுகளால் இஃது உருவாகியது.

## முடுக்குமின்னழுத்தம்

ஈலியம்-நியான் இலேசருக்கு 5-7 கே.வி. வரையிலும், கார்பன் டை ஆக்டைடு இலேசருக்கு 10 கே.வி. வரையிலும் இருக்கும். நிலைநிறுத்து மின்னழுத்தம் 2 கே.வி. வரை இருக்கும்.

## இலேசர் ஒளிக்கற்றையின் இயல்புகள்

இலேசர் ஒளி ஒரு தனிவகை ஒளிமட்டும் அன்று. ஒளி ஊற்றுமாகும். இக்கற்றையின் முனைப்பான சிறப்பியல்புகள் பல. அவாற்றில் ஒரு சில பின்வருமாறு:

1. இலேசர் ஒளிக்கற்றை ஒற்றை அலை நீளம் உடையது. அதாவது அஃது ஒரு தனி அலைநீளம் மட்டும் கொண்டது. அதிக அதிர்வெண்களில் இயங்குவது.

2. அது முனைப்பான ஒருங்கிணைந்த கற்றையாகும்.

3. அது சிதறல் இல்லாத ஒரு போக்குக்கற்றையுமாகும். அது நீர் வில்லை, ஒளி வடிக்கட்டிகள் ஆகியவற்றில் குறைவாகச் சிதறும்.

4. அஃது ஒரு திசையிலேயே தவறாமல் செல்லக்கூடியது.

5. அது வெப்பத்தை உண்டாக்கவல்லது. அதிகச் செறிவுமிக்கது. அதன் ஆற்றல் செறிவு ஒரு சதுரமீட்டருக்கு நூற்றுக்கணக்கான கிலோவாட்டுகள் ஆகும்.

6. அதன் செறிவு மிக்க ஒளி, மிகக்குறுகிய துளை வழியாகவும் செல்லக்கூடியது.

இச்சிறப்பியல்புகளால் டிரான்சிஸ்டர் போன்று, இலேசர் அறிவியலின் பலதுறைகளிலும் பயன்படுகிறது.

## இலேசரின் மாண்பு

குறிப்பிட்ட எந்தக் கண்டு பிடிப்பும் அறிவியல்துறையில் புரட்சியினை உண்டு பண்ணக்கூடியது. இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக் காட்டு இலேசர்.

இலேசர் அமைக்கப்பட்டது அறிவியல் அருஞ்செயல்களில் ஒன்று. இதனால் இயற்பியல் கொள்கையினைத் தொழில் நுணுக்கச்சிக்கலுக்குத்தீர்வு காணப் பயன்படுத்த முடிகிறது.

டிரான்சிஸ்டரைக் காட்டிலும் இலேசர் புரட்சிகரமான புனைவே. அது பல தொழில் நுணுக்கப்பயன்களைக் கொண்டது. அது தொழில் நுணுக்க இயலின் ஓர் இன்றியமையாக் கருவியாகிவிட்டது.

ஒரு புள்ளி விபரப்படி 400 அமெரிக்க அறிவியல் கூடங்களில் 2000 அறிஞர்கள் இலேசர் பற்றி ஆராய்ந்து வருகின்றனர். இஃது அதன் மாபெரும் மாண்பினையே காட்டுகிறது.

இலேசர் ஒரு பெருக்கி ஆகும். வானொலி, ரேடார், தொலைக் காட்சி ஆகியவற்றில் மின்காந்த அலைகள் பயன்படுகின்றன.இலேசரில் ஒளியே பயன்படுகிறது.

# 3. இலேசரின் வகைகளும் இலேசர் பொருள்களும்

இலேசரில் பயன்படும் ஊடுபொருள், அஃது இயங்கும் அலைநீளம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து, அதனை ஐந்து வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை பின்வருமாறு.

## திண்ம இலேசர்கள்

இவற்றிற்குச் சிவப்புக்கல் இலேசர் எடுத்துக்காட்டு 'இதில் ஊடுபொருள் சிவப்புக்கல்' டாக்டர் மெய்ம்மன் அமைத்த இலேசரின் அமைப்பு இங்கு நோக்கத்தக்கது. இதில் பயன்படுத்திய சிவப்புக்கல் தண்டு வடிவத்தில் இருந்தது. இதிலுள்ள அலுமினியம் ஆக்சைடில் 0.5% குரோமியம் சேர்ந்திருந்தது. இத்தண்டின் நீளம் 4 செ.மீ. குறுக்களவு. 5 செ.மீ.

ஒளிவீசுகுழாயிலிருந்து கிளம்பிய ஒளி குரோமிய அணுக்களைத் தூண்டியதால் ஒளியணுக்கள் 6943 ஆங்கஸ்ட்ராம் அலைநீளத்தில் அதிவிரைவில் அருவிபோல் உண்டாயின. இந்த அருவி ஒரு வினாடிக்கு அரை ஆயிரம் பங்கு அளவுக்குச் செறிவான சிவப்பொளியினை உண்டாக்கியது வியப்பிற்குரியது. பாதியளவுக்கு ரசம் பூசப்பட்ட சிவப்புத்தண்டின் முனைகளிலிருந்து ஒளிகிளம்பியது. இவ்வகை இலேசரில் ஒளி தொடர்ச்சியாக வராது.

## நீர்ம இலேசர்கள்

இவற்றின் ஊடுபொருள்கள் நீர்மப் பொருள்கள். இவற்றில் ஒளி தொடர்ச்சியாக வரும். இவை திண்ம, வளி இலேசர்களைக்காட்டிலும் சிறந்தவை. இவற்றில் பூச்சுப் பூசுவது அவ்வளவு சிக்கலான செயலன்று. ஏனெனில் புறத்தேயுள்ள வெப்பமாற்றியினால் தேவையான வெப்ப நிலையினைப் பெறமுடியும். இவற்றில் எந்த அதிர்வெண்ணிலும் கண்ணுக்குப் புலப்படும் பகுதியிலும் அகச்சிவப்புப் பகுதியிலும் ஒளியினை உண்டாக்க இயலும். இதுவே இவற்றின் பெருமை.

## வளி இலேசர்கள்

இவற்றிற்கு அம்மோனிய வளி இலேசர் எடுத்துக்காட்டு. இவற்றில் வளி அல்லது வளிக்கலவை பயன்படுகிறது. இவைகளில்

குறைந்த தூண்டும் ஆற்றலுடன் ஒளி தொடர்ச்சியாக உண்டாகிறது. அதிக ஒற்றை அலைத் தன்மை, தூய நிறமாலை, அதிகச் சிவப்புள்ள அதிர்வெண் ஆகிய சிறப்பியல்புகள் இவை உண்டாக்கும் கதிர் வீச்சுக்குண்டு.

இச்சிறப்பியல்புகளால் இவை அறிவியல் பணிக்கும் செய்தித் தொடர்பிற்கும் அதிகம் பயன்படுகின்றன.

ஈலியம் - நியான் வளி இலேசர்கள் பல ஆய்வுக்கூடங்களில் வேறுப்பட்ட வகைகளில் பயன்படுகின்றன. ஏனெனில் அவை குறைந்த ஆற்றலை அளிக்கக்கூடியவை. 632.8 என்.எம்.இல் தொடர்ச்சியாகச் சிவப்புக்கற்றையினை அளிக்கவல்லவை. இவை பாகங்களை இணைக்கப் பயன்படுகின்றன. அதிக மின்னோட்டச் செறிவுகளைப் பயன்படுத்தி, அணு அயனிகளில் இலேசர் மாறு நிலைகளைத் தூண்டலாம். இவ்வடிவப்படையில் அமைந்தமிகப் பொதுவான இலேசர் **ஆர்கன் அயனி இலேசர்** ஆகும். கண்ணுக்குப் புலப்படக்கூடிய ஒளி நிறமாலையின் நீலப்பசும்பகுதியில், பல தனி அலைநீளங்களை, இஃது உண்டாக்குகிறது.

கார்பன்-டை-ஆக்சைடு இலேசர் சிறிது வேறுப்பட்டது. கார்பன் டை-ஆக்சைடு மூலக்கூறுமட்டங்களின் அதிர்வுச் சுழற்சி மட்டங்களுக்கு இடையே இலேசர் மாறுநிலை உள்ளது. அதிர்வினால் தூண்டப்பெற்ற மூலக்கூறுகளில் மோதலினால் உண்டாகும் ஆற்றல் காரணமாக, இந்த இலேசர்கள் தூண்டப்படுகின்றன. ஆற்றல் மட்டங்கள் தாழ்வாகவும், தூண்டல் குறிப்பிடக்கூடியதாகவும் இருப்பதால், இந்த இலேசர்கள் அதிக இயங்குதிறன் வாய்ந்தவை.

## அரைக்கடத்தி இலேசர்கள்

இவற்றை ஒரு வழிக்கடத்தி இலேசர்கள் என்றும் கூறலாம். மின்சாரத்தை ஒரு திசையில் மட்டும் கடத்தும் பொருள்கள் அரைக்கடத்திகள் அல்லது ஒரு வழிக்கடத்திகள் ஆகும். இவற்றிற்கு ஜெர்மானியம், சிலிகன், செலினியம் முதலியவை எடுத்துக்காட்டுகள்.

60 - 70% இயங்கும் திறன் இவற்றின் உயரிய சிறப்பு. இத்திறனனை 99% அளவுக்கு உயர்த்த இயலும்.

காந்தப்புலத்துணையுடன் இவற்றின் கதிர்வீச்சு அதிர்வெண்ணில் எளிதாக மாற்றம் ஏற்படுமாறு செய்யலாம். அதே சமயம் வெளியேறு அதிர் வெண்ணில் அதிக நிலைப்பினையும் இவை அளிக்க வல்லவை.

இவை மின்சாரத்தினால் தூண்டப்படுகின்றன. தூண்டு மின்சாரத்தைச் சரிசெய்வதன்மூலம் அதிர்வெண் உரத்தினை மாற்ற இயலும். இருப்பினும் இவற்றின் வெளியேறு ஆற்றல் அவ்வளவு அதிகம் என்று கூறுவதற்கில்லை. அதே போன்று ஒளிக்கற்றையின் ஒற்றை அலைத்தன்மை, ஒரு போக்குத்தன்மை ஆகியவையும் நன்முறையில் இல்லை. இவை இரண்டும் திண்ம வளி இலேசர்களில் நன்கமைந்துள்ளன.

## ஒத்திசையும் இலேசர்கள்

இவை புதிய இலேசர்கள். இவற்றிற்குக் கிளர்படிய இலேசர்கள் என்னும் பெயருண்டு. ஒரு தூண்டப்பட்ட இருபடியத்திற்குக் கிளர்படியம் என்று பெயர். ஒத்த இருமூலக்கூறுகளின் சேர்க்கையினால் இது உண்டாவது. குறுகிய கால அளவுக்குக் கலவைநிலையில் இருக்கக்கூடியது. கதிர் வீச்சுச் செயல் கலவை நிலையைப் பிளக்கக்கூடியது. இப்பண்பு இலேசருக்கு மிகப் பயன்ளிக்கக்கூடியது. ஏனெனில் கீழ்மட்டங்களில் வளியினால் தூண்டப்பட்ட கிளர்வு மீண்டும் கவரப்படுவதில்லை. இத்தகைய இலேசர்களின் அலைநீளங்களை விரிந்த எல்லையில் மாறுபாடு அடையுமாறு செய்யலாம். அதாவது, இவை ஒத்திசையும் இலேசர்கள் ஆகும்.

முதன்மையான கிளர்படிய இலேசர்கள் செனான், ஆர்கான், கிரிப்டான் புளோரைடு ஆகியவை ஆகும்.

ஒத்திசையும் இலேசர்களில் பயன்படும் பெருமித வளிகள் செனானும் ஆர்கனும் கிரிப்டானும் ஆகும். இவற்றின் தூண்டிய நிலைகள் தூண்டப்படாத அணுக்களின் இயல்பான மந்தத் தன்மையினைக் காட்டுகின்றன. இத்தகைய இலேசர்களில் எம் இவிஇல் மின் அணுக்கள் வெளியேறுவதால் ஒளிப்பாய்தல் நடைபெறுகிறது.

ஒத்திசையும் இலேசர்கள் சிறந்தவை. ஏனெனில் அணுக்களிலும் மூலக்கூறுகளிலும் உள்ள கவரல்களுக்கும்

ஆற்றல் மட்டங்களுக்கும் அவற்றின் கதிர்வீச்சைப் பொருந்துமாறு செய்யலாம்.

மிகச்சிறந்த ஒத்திசையும் இலேசர்கள் நீர்மக் கருவி அமைப்புகளே. இவற்றில் கரிமச் சாய மூலக்கூறுகள் வீறுள்ள பகுதிகளாகும்.

ஓர் இலேசரில் ஒளியினைப் பாயச் செய்ய, மற்றொரு இலேசரைப் பயன்படுத்துவது பொதுவான வழக்கமாகும். இதனால், வேறுப்பட்ட வகையான வெளியேறும் இலேசர் ஆற்றலை உண்டாக்கலாம். இது தொடர் சாய இலேசரில் நடைபெறுகிறது. இங்கு அடிக்கடி ஆர்கன்-அயனி இலேசர், ஒளியினைப் பாய்ச்சப் பயன்படுகிறது.

ஒத்திசையும் இலேசர்களில் சாய-இலேசர் கதிர்வீச்சை இப்பொழுது கண்ணுக்குப் புலப்படும் நிறமாலையிலும் அதற்கு அப்பாலும் உண்டாக்கலாம்.

இலேசர் பொருள்கள் தூண்டும் பொருள்களுமாகும். கடந்த 20 ஆண்டுகளில் பல இலேசர் பொருள்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. அவை திண்மநிலை, நீர்மநிலை, வளிநிலை ஆகிய மூன்று நிலைகளிலும் உள்ளன.

## திண்மப் பொருள்கள்

இவை சிவப்புப் படிகம், கேலியம் அர்சனைடு, நியோடைமியம் பூசிய கண்ணாடி, ஏலைடு, டங்கஸ்டேட், டிட்டானேட், மாலிப்டேட் முதலியவை ஆகும். இவற்றுடன் குரோமியம், யுரேனியம், சாமரியம், டைஸ்புரோசியம், பிராசிடோடைமியம், துலியம் முதலியவை தூண்டிகளாகச் சேர்க்கப்படுகின்றன.

அரிய புவி மூலங்களான நியோடைமியம், எட்ரீயம், கேடோலினியம், ஆல்மியம், டெர்பியம் ஆகியவை கண்ணாடியுடன் பூச அதிகமாகப் பயன்படுகின்றன.

## நீர்மப் பொருள்கள்

இவை கனிம நீர்மங்களும், கரிமச் சாயங்களும் ஆகும். கனிம நீர்மம் பாசுவர ஆக்சிகுளோரைடு அல்லது செலினியம்

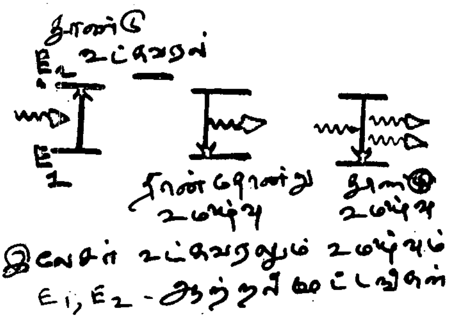
ஆக்சி குளோரைடு. இதனுடன் வெள்ளீய டெட்ராகுளோரைடு அல்லது ஏனைய ஏலைடுகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவற்றில் சிறிதளவு சேர்க்கப்படும் நியோடைமியம் ஆக்சைடு கரைசல் தூண்டி ஆகும். இதைவிடக் கரிமச்சாயங்கள் சிறந்தவை.

கரிமச் சாயக் கரைசல்கள் சிறந்த தூண்டிகள் ஆகும்.

இவற்றின் நன்மைகளாவன:

1. குளிர்ச்சியாக்கல் சிக்கல் வாய்ந்ததன்று, ஏனெனில் தேவைப்படும் வெப்பநிலையினைப் புற வெப்ப மாற்றிமூலம் நிலை நிறுத்தலாம்.

2. பார்வைப்பகுதியிலும் அகச் சிவப்புப்பகுதியிலும் எந்த அதிர் வெண்களிலும் கதிர்வீச்சினை உண்டாக்கலாம். மென்மையான அதிர்வெண்ணும் ஒத்திசை வினையும் பெறலாம்.



## வளிப்பொருள்கள்

பரவலாகப் பயன்படும் வளிகளாவன:

ஈலியம், நியான், ஆர்கன், கிரிப்டான், செனான். வளிக் கலவைகளாவன, ஈலியம் - நியான், ஆர்கன் ஆக்சிஜன். அண்மைக்காலத்தில் வீறுள்ள ஊடு பொருளாக நன்கு அயனமாக்கப்பட்ட மந்த வாயுக்கள் பயன்படுகின்றன. தவிரக் குளோரினும், கந்தகப் பாசுவர ஆவிகளும் ஊடுபொருளாகப் பயன்படுகின்றன.

# 4. இலேசரின் இயங்குதிறன்

இலேசரின் தேவைகள், அதன் இயங்குதிறன், கதிர்வீச்சுச் செறிவு ஆகியவை பற்றி இங்குக் காண்போம்.

## தேவைகள்

பொதுவாக இலேசர் குறிப்பிட்ட நீளமுள்ள ஊடு பொருளாலானது. அதன் ஒரு முனையில் பாதியளவுக்குப் மறிக்கும் ஆடியும் மற்றொரு முனையில் முழு அளவுக்கு மறிக்கும் ஆடியும் இருக்கும். ஊடுபொருள் தேர்வு, கம்பத்தின் நீளம், மறிக்கும் ஆடிகளின் இயல்பு ஆகியவை நாம் விரும்பும் துல்லிய தேவைகளின் அடிப்படையில் அமைந்தவை.

உயர்ந்த ஆற்றலுக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டுப்பின், அந்நிலையிலிருந்து திரும்பி, ஒளிக்கதிர் வீச்சினை வெளியிடக்கூடியதாக வீறுமிக்க ஊடுபொருள் இருக்க வேண்டும்.

கீழ் ஆற்றல் நிலையைக் காட்டிலும் மேல் ஆற்றல் நிலையில் அதிக அணுக்கள் அல்லது மின்னணுக்கள் இருக்கக்கூடிய நிலையினைக் கருவித்தொகுதி பெற வேண்டும். இதற்குத் தூண்டப்பட்ட துகள்கள் அதேநிலையில் உரிய கால அளவுக்கு இருக்கவேண்டும்.

இலேசர் ஒளியின் அலைநீளம், மிகக்குறுகியது. வானொலி அலைகளைக் காட்டிலும் பல மடங்கு அது குறைவானது. இவ்வாறு இருப்பதால்தான், ஒரே நேரத்தில் வானொலியைக் காட்டிலும் இலேசரில் அதிகச் செய்திகளை அனுப்பமுடிகிறது. மேலும், ஊடுபொருள் கம்பத்தின் நீளம், இலேசரின் வெளியேறு கதிர் வீச்சின் அலைநீள முழு எண் மடங்காக இருக்க வேண்டும்.

## இயங்குதிறன்

முன்னரே நாம் பார்த்த சில முக்கிய இலேசர்களின் இயங்குதிறனை இங்கு ஒப்பிட்டுப் பார்ப்போம்.

அன்றாட வாழ்வில் பயன்படும் ஒளிமூலங்களின் இயங்குதிறன் மிகக் குறைவே. வெண்சுடர் விளக்கிற்கு அது 3%.

ஒளிர் விளக்குக்கு 6%. ஆனால் இலேசரின் இயங்குதிறனோ 100%.

மேலும் திண்ம இலேசர்களும் வளிஇலேசர்களும் இயங்குதிறனைக் குறைவாகப் பெற்றவையே. இதற்குரிய காரணங்களாவன:

1. இவற்றில் ஒளி ஆற்றல் குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பமாக மாறுவதால், இயங்குதிறன் குறைகிறது. வளரும் தொழில் அறிவினைக் கொண்டு இதனைத்தடுக்கலாம்.

2. இவற்றில் உண்டாகும் ஒளிக்கற்றையினைக் கட்டுப்படுத்துவது மிக் கடினம். இக்கட்டுப்பாடு இல்லை என்றால, செய்தித்தொடர்பு நடைபெறுவதற்கில்லை.

இக்குறைப்பாடுகள் அரைக்கடத்தி இலேசர்களில் இல்லை. மாறாக அவற்றின் இயங்குதிறன் அதிகம். சிவப்புக்கல் இலேசருக்கு இயங்குதிறன் 1% என்றால்அரைக்கடத்தி இலேசருக்கு அது 60 70% அதை 90% ஆக உயர்த்த இயலும். இதனால் நேரடியாக மின்னாற்றலை ஒளியாற்றலாக மாற்றலாம்.

## அரைக்கடத்தி இலேசர்களின் சிறப்புகள்

1. இவற்றின் கதிர்வீச்சு அதிர்வெண்ணில் காந்தப்புலத்தைக் கொண்டு எளிதாக மாற்றத்தை ஏற்படுத்தலாம்.

2. அதே சமயம் வெளியேறு அதிர் வெண் அதிக நிலைப்புடையது. இது வளி இலேசர்களுக்கும் உண்டு.

3. இவை நேரடியாக மின்னோட்டத்தினால் தூண்டப்படு கின்றன. தூண்டு மின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்தி, இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

## அரைக்கடத்தி இலேசர்களின் குறைகள்

1. இருப்பினும், இவற்றின் வெளியேறுஆற்றல் மிக அதிகம் எனக் கொள்வதற்கில்லை.

2. இவை உண்டாக்கும் கற்றையின் ஒற்றை அலைத்தன்மை, ஒருங்கியைவு, ஒரு போக்குத்தன்மை ஆகியவை வளி

இலேசர், திண்ம இலேசர் ஆகியவற்றுக்கு உள்ளது போன்று அவ்வளவு உயர்வாக இல்லை.

## இலேசர் கற்றை உண்டாதல்

செறிவுள்ள வீசுஒளியினால் ஊடுபொருள் தூண்டப்படுகிறது. இப்பொருள்களுக்கே உரிய கதிர்வீச்சு, கம்பத்தின் உள்ளே நடைபெறும் மின் மறிப்புகளாலும் அணுக்கள் மேன்மையாலும் தூண்டப்படுவதாலும் உண்டாகிறது. இறுதியாகச் செறிவான ஒளிவீச்சுக்கற்றை, அரைமறிப்பான் முடியும் முனையிலிருந்து வெளியேறுகிறது.

இசைவுநிலையில் இருக்கத் தேவையான நேரத்திற்கு அணுக்கள் தூண்டியநிலையில் உள்ளன. பின், படிப்படியாக அவை எல்லாம் தங்கள் அடிநிலைக்கு வருகின்றன.

## கதிர்வீச்சுச் செறிவு

பொதுவாக, இலேசரின் கதிர்வீச்சுச் செறிவு மிக அதிகமிருக்கும். ஒரு சதுர மில்லிமீட்டருக்குக் கதிரவன் ஆற்றல் 70 வாட். ஆக்சி அசிட்டலின் சுடரின் ஆற்றல் 1000 வாட். ஆனால், கார்பன் டை ஆக்டைடு இலேசரின் வெளியேறு ஆற்றல் ஒரு சதுர மில்லி மீட்டருக்கு 2.5 மில்லியன் வாட்டாகும்.

குறுக்களவில் ஒருமைக்ரான் வரையுள்ள பரப்பில் இலேசர் ஒளிக்கற்றையினைக் குவிக்க இயலும். 50,00,00,000 வாட்டுகள் உயர்வரை ஆற்றல் கொண்ட ஒளிக்கற்றையினை ஒரு சதுர சென்டி மீட்டருக்குக் குறைவான பரப்பில் குவியுமாறு செய்யக்கூடிய சிவப்புகல் இலேசர் அமெரிக்காவிடம் உள்ளது. பொதுவாக, ஒளி மூலமாக இலேசர் இருப்பதால் வில்லையின் மூலம் அதைக் குவித்து அதிகச் செறிவுள்ள சிறிய புள்ளியினை அதனால் உண்டாக்க இயலும்.

ஓர் அங்குலத்தில் 50 மில்லியனில் (500 இலட்சத்தில்) ஒரு பங்கு குறுக்களவுள்ள துளையின் வழியாகச் செறிவான ஒளிக்கற்றை செல்ல வல்லது. அதிகத் துல்லியத்துடனும் அதனைச் செலுத்த இயலும். காட்டாகப் புவிக்கும் திங்களுக்கும்

இடையே உள்ள தொலைவு 4,00,000 கி.மீ. இத்தொலையில் சில கிலோமீட்டர் குறுக்களவுள்ள புள்ளியினை உண்டாக்க இயலும். வழக்கமான துருவு ஒளி உண்டாக்கும் புள்ளி 40,000 கி.மீ. குறுக்களவு உள்ளதாக இருக்கும்.

ஒரு வினாடியில் ஒரு மில்லியனில் (பத்து இலட்சத்தில்) ஒரு பங்கு நேரத்தில் கார்பன் ஆவியாக்கக்கூடிய ஆற்றல் இலேசர் கற்றைக்கு உண்டு. இயற்கையிலுள்ள மிகக்கடினமான பொருள் வைரம். ஒரு வினாடியில் இரு மில்லியனில் (இருபது இலட்சத்தில்) ஒரு பங்கு நேரத்தில் வயிரத்தால் துல்லியத்துளைகளை இலேசர் கற்றை இடவல்லது.

சிவப்புக்கல் இலேசரை விட வளி இலேசரின் துல்லிய தூண்டுமாற்றல் மிகச் சீரானது. இது 40 - 90 வாட்.. 9,400 - 15,500 ஆங்ஸ்டாம்களுக்கிடையே உள்ள அகச்சிவப்புபப்பகுதியைச் சுற்றி இலேசர் கதிர்வீச்சு உண்டாகிறது. 11,533 ஆங்ஸ்டாம் அலைநீளம் மிக உயர்ந்த செறிவினைக் கொண்டது. பார்வைப்பகுதியில் 6328 ஆங்ஸ்டாம் அளவுக்கதிர்வீச்சு உண்டாக்கப்பட்டுள்ளது. ஈலியம் - நியான் இலேசரின் வெளியேறு ஆற்றல் 0.5 முதல் 10 மில்லிவாட் வரை உள்ளது. ஆனால் ஆய்வுநிலை மாதிரிகள் 100 மில்லிவாட் வெளியேறு ஆற்றலை உண்டாக்குபவை.

2,000 மீட்டர் தொலைவில் உள்ள மாந்தனின் கண்ணைத்தாக்க வல்லது இலேசர் ஒளிக்கற்றை. இலேசரை ரேடார் கருவியில் பொருத்த, அடுக்களை ஸ்டவ் அளவுள்ள பொருளை 8 கல்தொலைவிலிருந்தே நுணுக்கமாக ஆராய இயலும்.

# 5. இலேசரின் இதயமும் துணைப்பகுதிகளும்

இலேசரின் இதயம் நுண்குழாய். ஆடிகள், சாளரங்கள் முதலியவை துணைப்பகுதிகள். இவை பற்றி இவ்வியலில் காண்போம்.

## இதயம்

பார்ப்பதற்கு இலேசர் தொகுதி எளிய அமைப்பாகத் தோன்றலாம். ஆனால், அதன் பகுதிகளின் தன்மை, துல்லியம் ஆகியவற்றிற்கு முன்னேறிய தொழில் நுணுக்க அறிவும், உற்பத்தித்திறனும் தேவைப்படுகின்றன.

இலேசரின் இதயமான கண்ணாடி நுண்குழாயில் ஊடுபொருள் இருக்கும். இது உயர்ந்த வகைக்கண்ணாடிக் குழாய். இதன் துளை மிக நேரானதாகவும், சுவர்கள் மிகத் தடித்ததாகவும் இருக்க வேண்டும். அவ்வாறு இருந்தால்தான், முனைத்தாங்குதல்களுக்கிடையே தொய்வு துளிகூட இராது. இத்தகைய உயரிய நுண்குழாய்களை நாம் மேனாடுகளிலிருந்தே இறக்குமதி செய்யவேண்டியுள்ளது.

## விளக்கும் சாளரமும்

சிவப்புக்கல், நியோடைமியம் முதலிய திண்ம இலேசர்கள் செனான் ஒளிவீசு விளக்கினால் இயங்குகின்றன. இவ்விளக்கு, இலேசர் பொருளைச் சுற்றி அமைந்ததாகும். இவ்விளக்கினை நாம் மேனாடுகளிலிருந்தே இறக்குமதி செய்ய வேண்டியுள்ளது. ஆனால், பிளினியில் உள்ள மைய மின்னணுப் பொறி இயல் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் ஒரு விளக்கினை உருவாக்கியுள்ளது. இது மேலும் பல விளக்குகளை உருவாக்கும்.

அடுத்துக் குழாயில் இரு முனைகளிலுமுள்ள தனிச்சாளரத்தின் வழியாக, ஒளிக்கற்றைச் செலுத்தப்படுகிறது. இது *புரூய்ஸ்டர் சாளரம்* எனப்படும். அதன் முகங்கள் மிகத் துல்லியமான ஒரு போக்குவேறுபாட்டில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. (ஒரு வில்லின் 6 செகண்டுகளுக்குத் குறைவான ஒரு போக்கு வேறுபாட்டில் அதன் இரு முகங்களும் மிகத் துல்லியமாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளன) இலேசர் கதிர்வீச்சு எந்த மறிப்பு இழப்பும் ஏற்படாத கோணஅளவில் முகங்கள் செங்குத்துமட்டத்தில் அமைந்துள்ளன. அவ்வாறு செல்லும்பொழுது இலேசர் கற்றை *முனைச்செயல்படுகிறது.*

இந்திய அறிவியல் நிறுவனத்தைச் சார்ந்த சிஜஎஸ்எல் படிகக்கல் புரூய்ஸ்டர் சாளரங்களை அமைக்கவல்லது.

இருப்பினும், உயரிய படிகக்கல் இறக்குமதி செய்யப்படவேண்டிய நிலையிலேயே உள்ளது. துத்தநாகச் செலினைடு முதலிய பொருள்களிலிருந்து வில்லைகள், சாளரங்கள் ஆகியவற்றை உருவாக்க இத்துறை திட்டமிட்டுள்ளது. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு இலேசர் வெளிப்படுத்தும் அகச் சிவப்புக் கதிர்வீச்சு இப்பொருள்கள் வழியாகச் செல்லக்கூடியது. ஆனால், இலேசர் ஒளி, படிகக் கல்லில் செல்லாது.

## ஆடிகள்

இவற்றின் மறிக்கும் பண்பு அதிகத் தேர்வுமிக்கதாய் இருக்கவேண்டும். ஓர் ஆடிக்குக் கிட்டத்தட்ட 100 பங்கு மறிப்புப் பெருகெண் இருக்கவேண்டும். தேர்வுப் பண்புப்படி, ஓர் அலைநீளத்திற்கும்மட்டுமே இந்த உயர்ந்த மறிப்புப் பெருகெண் ஆடிக்கு இருக்கவேண்டும்.

ஊடுபொருளில் இரு ஆடிகளுக்கிடையே உள்ள தோராய நீளம், ஒருங்கியைவுக்குழிவினை உண்டாக்குகிறது. இத்தேவைகள் அனைத்தும் நிறைவேறிய பின்னரே, இலேசர் ஒளிக்கற்றை உண்டாக்கப்படவேண்டும். மின் மறிப்பான்களைத் தவிர, ஈட்டலான் முதலிய மறிப்பான்களும் பயன்படுகின்றன. இவை புரூய்ஸ்டர் சாளரங்களுக்கு இரு முனைகளிலும் உள்ளன. இவற்றில் ஒன்று முழுக் கற்றையினையும் (99.8%) மற்றொன்று அதில் 97% -யும் மறிக்க வல்லவை. 97% மறிப்பு ஆடியின் வழியாகச் செல்லும் கற்றையின் ஒரு பகுதி, வடிக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எஞ்சிய பகுதி ஆடிகளுக்கிடையே குழாயின் வழியாக மறிக்கப்பட்டுச் செறிவு மிக்கதாகிறது.

இவ்வாடிகளைச் செய்ய வல்ல நிறுவனம் சிஜஎஸ்எல் மட்டுமே. கண்ணாடிப்பரப்புகளில் மறிப்புப்பூச்சினை வெற்றிடத்தால் பூசவல்ல உயரிய தொழில் நுணுக்க அறிவும், ஒளிஇயல் வேலைப்பாடும் இதற்குத் தேவை.

ஒவ்வொரு பூச்சு அடுக்கும் 600 ஆங்கஸ்டாம் தடிப்புள்ளது. நிறைவாக மறிக்கக்கூடிய ஓர் ஆடியில் 21 அடுக்குகள் இருக்கும். படியும் பூச்சுகள் மின்தடைப் பொருள்கள். சல்பைடுகள், புளோரைடுகள் கொண்ட மென்பூச்சுகள் எளிதாகப்படிபவை. ஆற்றல் குறைவான இலேசர்களில் இவை பயன்படுகின்றன. ஆனால், கீறலுக்கும் உரிதலுக்கும் அவை உட்படுபவை.

இருப்பினும், ஆக்சைடுகளைக் கொண்ட கடினப்பூச்சுகளைப் படியச் செய்வதற்குத் தேவையான நுணுக்கங்களைச் சிஜஎஸ்எல் உருவாக்கி உள்ளது. உயிர்வளி உள்ள வெற்றிட அறையில் மட்டவகை ஆக்சைடு ஆவியாக்கப்படுகிறது. இதனால் பெறப்படும் உயர்வகை ஆக்சைடு, படியுமாறு செய்யப்படுகிறது. பூச்சின் தன்மையினை ஆய்ந்தறிய ஆங்ஸ்டாம் மறிப்புமானி முதலிய கருவிகளைச் சிஜஎஸ்எல் உருவாக்கியுள்ளது.

இன்று இத்தகைய கடினப் பூச்சுகளைக்கொண்ட ஆடிகளை இலேசர் தொகுதிக்கு இந்தியாவில் வழங்கும் ஒரே நிறுவனம் சிஜஎஸ்எல் மட்டுமே. கிட்டத்தட்ட 400 ஆடிகளைப் பல ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களுக்கு இது வழங்கியுள்ளது. மேலும், இலேசர் தொகுதிகளைப் பற்றி ஆராயும் ஆய்வுக்கூடங்களுக்கும் வில்லைகள், வடிக்கட்டிகள் முதலிய குறைந்த இழப்பும், தளப்பூச்சும் உடைய ஒளி இயல்பகுதிகளை சிஜஎஸ்எல் வழங்கி வருகிறது.

ஒரு மில்லிவாட் ஈலியம்-நியான் இலேசரைச் செய்யும் தொழில் நுணுக்க ஆறிவை, சிஜஎஸ்எல் இந்திய மின்னணுக்கழகத்திற்கு வழங்கியுள்ளது. பிந்திய கழகம் அதனைச் செய்யவல்லது. தேசிய இயற்பியல் ஆய்வுக்கூடத் தொழில் நுணுக்க அறிவைக் கொண்டு தில்லி நிறுவனம் ஒன்று மேற்கூறிய இலேசர் தொகுதி ஒன்றினை அமைக்கத்திட்டமிட்டுள்ளது. இத்தொகுதியினை உட்சாளரங்களுடன் மிகத்திருத்தமாக அமைக்கும் முயற்சியில் சிஜஎஸ்எல் ஈடுபட்டுள்ளது. இதனை ஒரு பெட்டியில் வைத்து விற்கலாம். ஒளி இயல் மெய்ந் நிகழ்ச்சிகளை விளக்கலாம். ஒருவாட் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு இலேசரையும் அது முடித்துள்ளது. இந்திய அறிவியல் நிறுவனத்தின் எந்திரப்பொருள் இயல் துறையும், சிஜஎஸ்எல்லும் நியோடைமியம் கண்ணாடி, நியோடைமியம்-ஒய்ஏஜி இலேசர்களை அமைக்கத்திட்டமிட்டுள்ளன.

பொதுவாக, நம்நாட்டிலேயே கிடைக்கும் பொருள்களைக் கொண்டு, தூண்டுபொறி நுட்பம் அமைக்கப்படுகிறது. இது பாராட்டத்தக்க முயற்சியாகும். மாற்றிகள், தனி அலுமினிய மின் வாய்கள் முதலியவற்றை இப்பொறிநுட்பம் கொண்டது.

## க்யூ வடிவச்சொடுக்கி

இலேசர் நுணுக்கத்தின் அண்மைக்கால முன்னேற்றத்தால் உண்டானவைகளில் இதுவும் ஒன்று. இதில் ஒளியை உறிஞ்சக்கூடிய பொருள் உண்டு. ஓரளவு ஒளியை உறிஞ்சியபின், அது ஊடுருவும் பொருளாகிறது. இலேசர் ஒளிக்கற்றைக்குக் குறுக்காக இதை வைக்க, உயர்ந்த செறிவைப் பெறாதவரை, இலேசர் ஒளி வெளிவராது. இதனால் மிகச் செறிவான இலேசர் கற்றைகள் உண்டாகின்றன.

திரு. சி.கே.என். பட்டேல் என்பார் அமெரிக்காவில் உருவாக்கிய கார்பன்-டை-ஆக்சைடு இலேசர் 8000 வாட் அளவுக்குள்ள ஆற்றலைத் தொடர்ச்சியாக அளிக்கவல்லது.

## எடையும் விலையும்

இலேசரின் மிகக் குறைவான எடை 25 பவுண்டு. அதன் அதிக எடை 250 பவுண்டு அல்லது அதற்கு மேலும் இருக்கலாம். அதன்மிக மலிவான விலை ரூ.1500 அதிகவிலை ஓர் இலட்சரூபாய்க்கு மேல்.

*******

# 6. இலேசர் கருவியமைப்புகளும் அவற்றின் பயன்களும்

இலேசரின் வளர்ச்சியால் பல கருவித்தொகுதிகள் உருவாகியுள்ளன. அவற்றில் ஒருசிலவற்றின் அமைப்பு, இயங்கும்முறை, பயன்கள் ஆகியவைபற்றி இங்குக் காண்போம்.

## இலேசர் எல்லைக்காணி

இதில் சிவப்புக்கல் இலேசர் உள்ளது. ஒருபார்வைக் கருவியினால் பொருளை நோக்கி, ஒளிக்கற்றைச் செலுத்தப்படுகிறது. இக்கருவி வடிக்கட்டியுடன் கூடியது. இது மறித்த ஒளிக்கற்றையினைப் பெற்று, அதனை ஒளிப்பெருக்கிக்கு அனுப்புகிறது. பெருகிய குறிபாடு, நுழைவுத்துடிப்புகள் கொண்ட பிறப்பியை முடுக்குகிறது. குறிப்பிட்ட நேரத்தில் கருவியின்

உள்வரு ஆற்றிலில் உள்ள துடிப்புகளின் எண்ணிக்கையைக் கொண்டு, பொருள் உள்ளதொலைவை நாம் உறுதி செய்யலாம். இதைத் தகுந்த முறையில் மாற்றி, உயரமானியாகவும் தளமட்டமானியாகவும் பயன்படுத்தலாம்.

இது எளிதில் எடுத்துச் செல்லக்கூடியது. ஆறுகல் தொலைவு அளவுக்குத் துல்லியமாக அளவை செய்யலாம். நில அளவையாளர்களுக்கு இது ஒரு கொடையாகும்.

## இலேசர் சுழல்கருவி

இதில் சுழலும் பகுதிகள் இல்லை. எனவே, இது நீண்ட காலம் உழைக்கக்கூடியது. இது அதிக நுண்ணுணர்வும் நிலைப்பும் உடையது. சதுரவடிவமுள்ளது. இச்சதுரத்தில் நான்கு ஈலிய-நியான் இலேசர்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. வெளியேறும் குறிபாட்டை, எண்கொண்ட தாக்கலாம். இவ்வகையில் கணித எந்திரத்தோடு இதைப்பயன்படுத்தித் தானியங்கு கப்பல் போக்குவரத்திற்கும் பயன்படுத்தலாம். வளி இலேசர், சுழல் கருவி பருமனுள்ளது. நெருங்கி அமைந்ததும் எடை குறைவானதுமான இலேசர்களைப் புதிய சுழல்கருவிகள் பயன்படுத்துகின்றன. இவை ஒத்த சமபக்கமுக்கோணங்களில் அமைக்கப்படுகின்றன.

## இலேசர் துப்பாக்கி

இது நீண்ட நாள் உழைக்கக்கூடிய வளி இலேசர். இது செறிவான புற ஊதாஒளியைத் தொடர்ச்சியாக உண்டாக்குகிறது. இலேசர் தண்டைத் தூண்டும் ஒளியாற்றலை இலேசர் குழாய் வழங்குகிறது. ஒரு மறிப்பானுக்குள் வைக்கப்பட்டுள்ள விளக்கிலிருந்து ஒளி வழக்கமாக வருகிறது. மறிப்பான், ஒளியை இலேசருக்குச் செலுத்துகிறது. இக்கருவி ஒளிப்படத் தொழில், வேதிஇயல் முறைகள், தொழிற் சாலைகள், உயிரிய மருத்துவம் முதலியவற்றில் பயன்படுகிறது. 7கிலோ எடையுள்ள ஒரு துப்பாக்கியை அமெரிக்கா உருவாக்கியுள்ளது. இது ஒரு வினாடிக்கு 27 குண்டுகளைச் சுடும்.

## இலேசர் தொலைக்காட்சித் தொகுதி

இது அமெரிக்க வானொலிக் கழகத்தினால் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இஃது இரு அலகுகளைக் கொண்டது. ஒன்று புதிய தொலைக்காட்சிப் புகைப்படப்பெட்டி.. இது அதிக ஆற்றல் வாய்ந்தது. சிற்றுண்டிப் பெட்டகம் போல் இருக்கும். இது செயற்கை நிலாவில் பொருத்தப்படுவது. மற்றொன்று செய்திகளைப் பெறும் இலேசர் கருவி. இது புவியில் அமைந்திருப்பது. ஒளிப்படத்தைத் தனது செறிவான குறுகிய ஒளிக்கற்றை அலகிடுவதன் வாயிலாக உள்வரும் உருக் குறியீடுகளை படமாக்குகிறது.

இங்கு இலேசர் கற்றை ஒலி ஏற்றுச்செல்லும் வானொலி அலைகளாக மாற்றப்படுகிறது. ஆகவே, அது உள்வரும் எல்லா உருச் செய்திகளையும் பெற்று ஒளிப்படக்குழம்பில் பதிவு செய்கிறது.

படத்தின் விளக்கமும் பத்து மடங்கு அதிகமாக இருக்கும். இலேசர் ஒளியின் இயல்பால் அமைந்த அளப்பரிய செய்தி ஏற்றுச் செல்லும் திறனால், இவ்வதிகரிப்பு ஏற்படுகிறது. கொள்கை அளவில் ஒரே சமயத்தில் 10 இலட்சத்திற்கும் மேற்பட்ட தொலைக்காட்சி வழிகளில் செய்திகள் செல்ல இயலும்.

இலேசர் உருப்பதிவி வினாடிக்கு 1200 வரிகள் வீதம் படங்களை உண்டாக்குகின்றது. அதாவது, கிட்டத்தட்ட ஐந்து வினாடிக்கு ஒரு படமாகும்.

முன்னேறிய தானியங்கு படம் அனுப்பும் கருவியின் முன்னோடி இந்த இலேசர். இவ்வகை அனுப்பும் கருவி அமெரிக்க **டிராஸ், ஈசா** வானிலை நிலாக்களில் படங்கள் எடுக்கப்பயன்படுகிறது. மேகக் கூட்டங்களின் இப்படங்கள் 500-600 வரிப்படங்களாகப் பெறப்படுகின்றன.

இந்த இலேசர் அலகும் அதனோடு தொடர்புடைய மின்னணுத் தொகுதியும் இரு அலுவலக மேசைகளுக்குரிய இடத்தில் பொருத்தப்படக் கூடியவை. இதனை ரூ.37.5 இலட்சம் செலவில் அமைக்க இயலும்.

இத்தொலைக்காட்சித் தொகுதி முதல் தடவையாகத் தொலைக் காட்சியினையும் இலேசர் நுணுக்கத்தையும் பயன்படுத்தி உயரிய படத்திண்மையுள்ள உருவங்களை அனுப்புகிறது, பதிவு செய்கிறது. வழக்கத்தில் உள்ள தொலைக்காட்சி உருவங்களைவிட, அதிக விளக்கமாகவும் பத்து மடங்குக் கூர்மையும் உள்ள படங்களை இது உண்டாக்கிறது. அதாவது, 5000 வரிப் படங்களை இது உண்டாக்குகிறது. அமெரிக்க இல்லங்களிலுள்ள தரமான தொலைக்காட்சித் தொகுதிகளில் 525 வரிப்படங்களே உண்டாகின்றன.

புதிய நீர் மூலங்களைக் காணவும், பயிர் வளர்ச்சியைக் கண்காணிக்கவும், மறைந்துகிடக்கும் கனிவளங்களைக் கண்டறியவும், பனிப்பாறை ஓட்டத்தை அறியவும், வெட்டுக்கிளி முதலிய நோய் உயிரிகளின் இடம் பெயரலைக் கண்டு பிடிக்கவும்., காட்டில் உண்டாகும் தீக்களைக் கண்டறியவும் புதிய நகரங்களை அமைக்கவும் இது பயன்படுகிறது.

## இருளில் இலேசர் தொலைக்காட்சிப் புகைப்படப் பெட்டி

இஃது அமெரிக்காவில் உருவாகியுள்ளது. இருட்டில் உள்ள பொருள்களின் உருவினையும் திரையில் விழுமாறு செய்கிறது. இதற்கு ஈலிய-நியான் இலேசர் பயன்படுகிறது. இதன் செறிவு மிகக் குறைவாக உள்ளதால் கண்ணுக்கு ஒன்றும் தீங்கில்லை. புகைப்படப்பெட்டியிலிருந்து 9 மீட்டர் தொலைவிலுள்ள பொருள்கள் அல்லது ஆட்களைக் குறைந்த ஒளியினால் தொலைக்காட்சிக்கு உட்படுத்துகிறது. இதனால் திரையில் உண்டாகும் உருவம், ஒளிர்வான பகல் ஒளியில் அல்லது படப்பிடிப்பு நிலைய ஒளியில் தொலைக்காட்சி செய்யப்பெற்றுக்கிடைக்கும் உருவம் போலவே தெளிவாகவும் கூர்மையாகவும் இருக்கும். இதில் சிவப்பு இலேசர் ஒளிக்கற்றை உண்டாகிறது.

இலேசர் தொலைக்காட்சி அலகின் எடை 27 கி.கி. இதன் பருமனவுகள் பின்வருமாறு: 20 x 75 x 45 செ.மீ. மிகச்சிறிய பகுதிளைப் பயன்படுத்தி, இத் தொகுதியின் எடையை 12 கி.கி. ஆகவும் அளவை 20 x 25 x 45 செ.மீ ஆகவும் குறைக்க இயலும்.

இத்தொகுதி பின்வரும் முறையில் வேலை செய்கிறது: இலேசரால் உண்டாக்கப்படும் ஒளி, தொலைக்காட்சிப்படப் பெட்டியிலுள்ள ஓரிணை சுழலும் ஆடிகளால் விலக்கப்படுகிறது. அதனால் ஒருவினாடியில் ஒவ்வொரு 60 பங்கு நேரத்தில் புகைப்படப் பெட்டிக்கு முன்னுள்ள பகுதியை இக்கற்றை அலகிடுகிறது. புகைப்படப் பெட்டிக்கு அருகிலுள்ள பொருளால் மறிக்கப்படும் இலேசர் ஒளி மின்னணுக்கண் எனப்படும் ஒளிப்பெருக்கியால் உணரப்படுகிறது. இதிலிருந்து மின்னணுத்துடிப்புகள் தரமுள்ள தொலைக்காட்சிப் பெறுவிக்குச் செல்கிறது. பெறுவியின் படக்குழாய் மின்னணுக்கண் எனப்படும் ஒளிமின் கலங்களால் ஒத்தமையுமாறு செய்யப்படுவதால், அலகிடும்மின்னணுக் கற்றை புகைப்படப் பெட்டியின் அலகிடும் இலேசர் கற்றையோடு ஒத்தமைகிறது.

சட்டக்கண்காணிப்பு நிறுவனங்களில் திருட்டு முதலியவற்றை அறியலாம். இரவில் நடமாடும் விலங்குகளை ஆராயவும், எல்லாப் பருவ நிலைகளிலும் வான ஊர்திகள் இறங்கவும் இது பயன்படும்.

## இலேசர் நில நடுக்க வரைவி

இதன் நுண்மை வழக்கத்திலுள்ள எந்திர வரைவிகளைக்காட்டிலும் அதிகமாகும். இலேசரின் மறிக்கும் குழியின் நீளமாற்றம், இயங்கும் அதிர்வெண்ணை மாற்றுகிறது என்னும் உண்மை இதில் அடங்கியுள்ளது.

## இலேசர் பிரம்பு

எதிரிலுள்ள தடைகளை அறிந்து, நடந்து செல்லக்குருடர்களுக்கு இது பெரிதும் உதவுகிறது.

## இலேசர் மீள்மாற்றி

கலிபோர்னிய அறிவியலார் இதனை அமைத்துள்ளனர். இது ஒளியலைகளை மின்னோட்டமாக மாற்றுகிறது. இதனால் தொலைக்காட்சிக் குழாய்களில் படங்களும் வானொலிப் பேசிகளில் ஒலியும் உண்டாகின்றன. இம்மாற்றங்களை இது ஒரு விநாடியில் பல மில்லியன் விரைவில் செய்கிறது. எந்த ஒரு

நேரத்திலும் உலகில் நடைபெறுகின்ற அனைத்து வானொலி, தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சிகளையும், தொலைபேசி உரையாடல்களையும் ஓர் இலேசர் கற்றை ஒரே சமயத்தில் அனுப்ப இயலும் என வல்லுநர்கள் கருதுகின்றனர்.

வானொலி அலைகளின் அதிர்வெண் ஒருவினாடிக்கு ஒரு மில்லியன் சைக்கிள்கள். தொலைக்காட்சி அலைகள் அதிர் வெண் 100 மில்லியன் சைக்கிள்கள். பார்க்கக்கூடிய ஒளி அலைகளின் அதிர் வெண் 7.50 மில்லியன் சைக்கிள்கள். ஒரு விநாடிக்கு அலைகள் அதிகமாக அதிகமாகச் செலுத்தும் செய்தியும் அதிகமாகும். செய்திகளை எடுத்துச் செல்ல, வானொலி அலைகளைப் போல, ஒளி அலைகளும் அதிர்வெண்ணில் மாற்றப்பட வேண்டும்.

## மின்னணுச் செவி

இதுவும் அமெரிக்கப்புனைவே. புறவான வெளியில் மில்லியன் மைல்கள் தொலைவிலுள்ள ஏவுகணைகள், விண்மீன்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து குறிபாடுகளைப் பெற, இது பயன்படுகிறது. இது ஒரு சிவப்புக் கல் இலேசர். வான வெளிக்கலங்களை அறியவும், வான வெளிச் செய்தித் தொடர்புக்கும் இது பயன்படுகிறது. இதன் எடை 25 பவுண்டு, குறுகிய இடத்தை அடைத்துக் கொள்வது. பெட்டியில் வைத்து எடுத்துச் செல்லலாம்.

## இலேசர் நுண்ணோக்கி

இது அதிகம் பயன்படுகிறது. பெரிய திரையில் பொருள்களை இதைக் கொண்டு நன்கு ஆராய முடிகிறது. சோவியத்து அறிவியல் கழகத்தின் இயற்பியல் நிறுவனம் இதனை உருவாக்கியுள்ளது. இதைக்கொண்டு ஒளியை அதிகமாக்காமல், படத்தின் ஒளிர்வைப் பல மடங்கு அதிகமாக்கலாம்.

## இலேசர் நிறப்படி எடுப்பான்

பத்தாண்டு ஆராய்ச்சிக்குப் பின், இதனை

அலெக்ஸ்டிரவூஸ், ஜார்ஜ் மெர்கன்ஸ் என்பார் உதவியுடன் அமைத்துள்ளார். இதில் இலேசரும் மின்னணுவும் இணைந்துள்ளன. 35 மி.மீ. கண்ணாடி வில்லைகளிலிருந்து உயரிய நிறப்படிகளை எடுக்க இது உதவுகிறது. சாயத்தால் எடுக்கும் 8 X 10 அளவுள்ள படியின் விலை 220 டாலர்கள். அதே அளவுள்ள இலேசர் நிறப்படியின் விலை 13.50 டாலர்கள். இதில் சிவப்பு, நீலம், பச்சை ஆகிய மூவகை இலேசர் கற்றைகள் பயன்படுகின்றன. எல்லாவற்றிற்கும் மேலாகப் படிமூலம் இலேசராலானது.

## அதிக ஆற்றலுள்ள சிறிய இலேசர்

இது கார்பன்-டை-ஆக்சைடு இலேசரே. இது எல்லை காணப்பயன்படுவது. இதன் வெளியேறு ஆற்றல் 10.6 மைக்ரான்களில் 300 கேடபிள்யூ . துடிப்பு அகலம் 60 நேனோ செகண்டுகள். உச்ச வெளியேறு கற்றையின் விரிவு 3.5 மில்லி ரேடியன்கள். இதனை 2 எச்இ சுற்று வரை இயக்கலாம். மீள் நிரப்பிகளுக்கிடையே இதன் நீடித்த உழைப்பு ஒரு மில்லியன் சுடுவுகள். இதற்கு இயல்பாக முழு மின்னணு ஆற்றல் அளிப்பு உண்டு. ஆற்றல் அளிக்கும் கருவிகளுடன் இதன் அளவுகளாவன. 240 x 150 x 150 x 150 மி.மீ. தோராய எடை 3.5 கி.கி.

## இலேசர் ரேடார்கள்

இலேசர் எல்லைக்காணியில் உள்ள நெறிமுறை இவற்றில் உள்ளது. இவற்றை அமைப்பதில் அண்மைக்காலத்தில் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றம் ஏற்பட்டுள்ளது. ஒளிக்கற்றையில் குறுக்கீடு இருந்தால் ஒழிய, இவற்றின் இயக்கத்தில் தடை ஏற்படுவதற்கில்லை. ஒளிக்கற்றை குறுகலாக இருப்பதால், தடை ஏற்படுவது என்பது அரிதே. அளவு, எடை ஆகியவற்றில் தொகுதியாகப் பார்க்கும்பொழுது இவை சிறியவையே.

புகை, மழை, பனி, மூடுபனி முதலியவற்றால் இவற்றின் ஒளிக்கற்றைச் செறிவு குறையவல்லது. ஆகவே, இக்கற்றையினைக் குழாய் வழியாக அனுப்புவது நல்லது. குழாயின் உட்பரப்பில் ஒளிக்கற்றை மோதும்பொழுது குறைந்த அளவு ஒளி இழப்பை உண்டாக்க அலை வழிகாட்டிகள் பயன்படுகின்றன. தவிர, வழிகாட்டிகள் ஒளிக் கதிர்ச்சிதறலைக் குறைத்து, அதனைக் குழாய்ச் சுவர்களுக்கு அப்பால் வைக்கின்றன.

மூவகை வழிகாட்டிகள் அமைக்கப்படலாம்.

1. தட்ட வகை
2. மின்தடை வில்லைகள்
3. வளிவில்லை

மற்றொரு முறை முழு உள் மறிப்புடைய உட்குழிவான கண்ணாடி இழைகளில் இலேசர் ஒளிக்கற்றையினை அனுப்புதல் ஆகும். பனி உண்டாகும் மட்டத்திற்கு மேல், அதிக உயரங்களில் செல்லும் வான வெளிக்கலங்களில் இலேசர் ரேடார்களைப் பயன்படுத்தலாம். இப்போது அதன் பரவலில் இழப்பு ஏற்படுவதற்கில்லை. கணிப்புப் பொறிகளில் திண்மக் கடத்திகளுக்குப் பதிலாக இலேசர்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

மேலும், இலேசர் ரேடார்கள் நில நிலாக்களை அறியவும் பயன்படுகிறது. தொலைநோக்கி வழியாக இலேசர் ஒளிக்கதிர் வானவெளியில் வலம் வரும் நிலாவிற்கு அனுப்பப்படுகிறது. மறிக்கும் அடுக்கு நிலாவில் இருப்பதால், இக்கற்றை மீண்டும் புவிக்கு அனுப்பப்படுகிறது. இது ஒளிப் பெருக்கியால் பெறப்பட்டுக் கண்டறியும் திரையில் ஒரு துடிப்புக்குறியை உண்டாக்குகிறது. ஒப்பு நோக்குத் துடிப்புடன் இதைப் பார்க்க உடன் நிலாவின் இருப்பிடத்தை அறியலாம். இலேசரால் வழிப்படுத்தப்படும் எறிபடைகள், குண்டுகள் ஆகியவற்றில் இந்நெறிமுறை பயன்படுகிறது.

## இலேசர் எக்கி(பம்ப்)

ஒளியில் இது முப்பருமன்களில் குவிக்கும் இலேசர் ஆகும். அமெரிக்க வெஸ்டிங்கவுஸ் ஆராய்ச்சிக்கூடங்களில் ஒளிப்பந்து ஒன்றினைப் பயன்படுத்தி இலேசர் கோலினை எல்லாத்திசைகளிலிருந்தும் நனைத்தனர். இதனால் இலேசர், திறனுள்ள ஆற்றலைப் பெற்றது.

இதில் ஏற்றுகுழாய் ஒன்று இலேசர் கோலினைத் தூண்டுவதற்கு வேண்டிய ஒளியாற்றலை வழங்குகிறது. ஒளியாற்றல் வழக்கமாகப் மறிப்பானுக்குள் வைக்கப்பட்ட விளக்கிலிருந்து வரும். மறிப்பான் ஒளியினை இலக்குக்குச் செலுத்துகிறது.

இவ்வகை இலேசர்கள் பல வடிவங்களில் அமைந்துள்ளன. பொதுவான ஒரு வடிவம் குழாய் வடிவம். இதில் மறிப்பான் முட்டை வடிவ உருளையாக இருக்கும். இலேசர் தண்டும் விளக்கும் அடுத்தடுத்து அதன் மையத்தில் நீளவாட்டில் அமைந்திருக்கும்.

மற்றொரு வகையில் பல விளக்குகள் மறிப்புத் தொகுதியில் நான்கிலை கிளாவர் வடிவத்தில் பொருந்தி இருக்கும். இப்புதிய அமைப்பில் இலேசர் தண்டும் விளக்கும் உட்குழிவான கோண மறிப்பான்களில் மையம் நெடுக உள்ளன. இதனால் இதன் முழு உட்புரப்பும் மறிக்கும். இப்புதிய வடிவம் இலேசர் தொகுதியின் இயங்குதிறனைப் பெருக்கவல்லது. இதில் இலேசர் தண்டுடன் பாய்ஒளி திறமுடன் இணைக்கப்படுகிறது.

கோளவடிவ ஏற்றுகுழாய் தொடர்ச்சியாக ஒளிசெல்லும் ஒய்ஏஜி இலேசர் தண்டினால் ஆராயப்பட்டது. ஒய்ஏஜி என்பது இலேசர் பொருள்களில் ஒன்று. குறைந்த ஆற்றல் வாயில் அது. அதன் ஆற்றல் அதனை ஒளி உமிழுமாறு தூண்டும். இப்புதிய குழாய் உயர்வரை கொள்கை நிலை நிலக்கணக்கு வடிவ இணைப்புத்திறனை அளிக்கவல்லது.

இப்புதிய கோளவடிவக்குழாயினை அமைத்தவர்களில் ஒருவரான டாக்டர் சார்லஸ் சர்ச் அவர்கள் கருத்துப்படிதிட்டமான உருளைவடிவ மறிப்பான் பாய்ஒளியை இருபருமன்களில் மட்டும் குவிக்கவல்லது. அதாவது, உருளையின் குறுக்கு வெட்டுப்பகுதித் தளத்தில் குவிக்கும். அல்லது மேலும் கீழும் மட்டுமே மறிக்கும். மாறாகக் கோளவடிவ மறிப்பான் பாய்ஒளியை முப்பருமன்களிலிருந்து குவிக்கிறது. எல்லாத்திசைகளிலிருந்து வரும் ஒளி வெள்ளத்தில் இது இலேசர் தண்டினை ஆழ்த்துகிறது.

ஒரு புறம் உருளைப்பாய்வுத் தொகுதியில் ஒளி மூலத்திற்கும் இலேசர் தண்டிற்கும் இடையே கருத்துடன் அமைக்கப்பட்ட இணைப்பு குறிப்பிடத்தகுந்த அளவுக்குக் குறைக்கப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில், விளக்குகளைச் சுற்றியுள்ள உறைகளுக்காகவும் குளிர் குழாய்களுக்காகவும் இதனைச் செய்ய வேண்டியுள்ளது. தவிர, இவை கதிர்வீசு வழியினைத் தடுத்து, உருளை மறிப்பானின் இயங்கு திறனைக் குறைக்கும்.

மற்றொரு புறம் கோள மறிப்பானின் பரப்பு, பாய்ஒளி, இலேசர் தண்டு ஆகியவற்றைச் சுற்றி நெருக்கமாக அமையவில்லை. இலேசர் தண்டும் விளக்கும் வசதியாக இருக்கும் ஏற்பாட்டுடன் பெரிய மறிப்பான் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதனால் ஒளிபாய்வதில் குறுக்கீடு இல்லை. தவிர, முட்டைவடிவ உருளைகள் அல்லது அவ்வடிவத்திற்கு இணையான கோளமில்லாத அமைப்புகளைக் காட்டிலும், ஒளிஇயல் இணக்கங்களுக்கு உட்பட்டுக்குறைந்த விலையில் எளிதாகக் கோள மறிப்பானை உற்பத்தி செய்யலாம்.

மேற்கூறிய ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளில் 25 செ.மீ. குறுக்களவுள்ள கோள ஆடி, 5 x 30 மி.மீ. அளவுள்ள சிறிய ஒய்ஏஜி தண்டில் ஒளி செலுத்தப்பயன்பட்டது. இலேசர் தண்டையும் விளக்குத்தாங்குதல்களையும் நிலைநிறுத்த எதிரெதிராக உள்ள இரு வட்டத்துண்டுகள் இருந்தன. தாங்குதல்களில் 1000 வாட் டங்ஸ்டன் அயோடின் படிகக் கல் விளக்கு இருந்தது. ஒய்ஏஜி தண்டு நீரினால் குளிர்விக்கப் பட்டது. விளக்குக்கு அளிக்கப்பட்ட 1060 வாட் உள்வரு ஆற்றல், இலேசர் தண்டின் புறத்தேயுள்ள ஒருங்கியைவிகளுடன் 2.2% சரிவுத் திறனுடன், 10.6 வாட் வெளியேறு இலேசர் ஆற்றலை அளித்தது.

## லிடார்

இது புதிய வானிலை அல்லது ஒளி இயல் இலேசர் ஆகும். கொள்கையில் இலேசர் நெறிமுறையினையும் பயனில் ரேடாரையம் ஒத்தமைவதால் இதற்கு இப்பெயர் வரலாயிற்று. இது ஒளிக்கற்றைகளைப் பல பொருள்களுக்கு அனுப்புகிறது. பின் அவற்றிலிருந்து வரும் எதிரொலிகளைக் கண்டறிகிறது.

இது காற்றுவெளி ஆராய்ச்சிக்குப் பயன்படுகிறது. குறிப்பாக அடுக்கு வெளியினை 8-20 கி.மீ. உயரம் வரை ஆராய இது பெரிதும் பயன்படுகிறது. எந்த இடத்திற்கும் கொண்டு செல்வதற்கு ஏற்றவாறு இஃது ஊர்தியில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

இதனை அமெரிக்காவைச் சார்ந்த ரிச்சர்டு அனி என்பார் மைரான் லிக்டா, ரொனால்டு டி. காலின்ஸ், பால்பெரிச். லாய்டு ஆல்டர்டன், இராபர்ட் பியர்ஸ் ஆகியோர் உதவியுடன்

அமைத்துள்ளார். அறிவியல், பொறி இயல் துறை சார்ந்த புதிய கருத்து அடிப்படையில் அமைந்த கருவி இது. அகச்சிவப்பு லிடார், துடிப்பு லிடார் என இஃது இரு வகைப்படும்.

ஓர் ஒளிமின்கலம் அறியும் பகுதியுடன், இதனை ஒரு துப்பாக்கியின் மீது பொருத்தியுள்ளனர். இதனால் விண்ணிலுள்ள எந்தப்புள்ளியிலும் குறிவைக்கலாம். இதனைக் கொண்டு காற்று வெளியிலுள்ள பொருள்களைப் பகுத்தறியலாம். இது 1963-ல் அமைக்கப்பட்டது. இதற்குப் பின் ஆற்றல் வாய்ந்த பல லிடார்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. சமவெளி, மலை முதலிய எப்பகுதிகளுக்கும் இவை செல்லக்கூடியவை.

முதன் முதலில் உருவாக்கிய லிடார் திருத்தி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் செலுத்தி, பெறுவி ஆகியவற்றின் ஒளிக்கற்றை அகலம் அதிகமானது. அதாவது, மூன்று நிமிட மின் பிறைவளைவு ஆகும். 10-20 மெகாவாட் உச்ச ஆற்றலும் தோராயமாக ஒருவிநாடியில் 30 பில்லியன் நேரமுள்ள துடிப்புகளை இது செலுத்துகிறது.

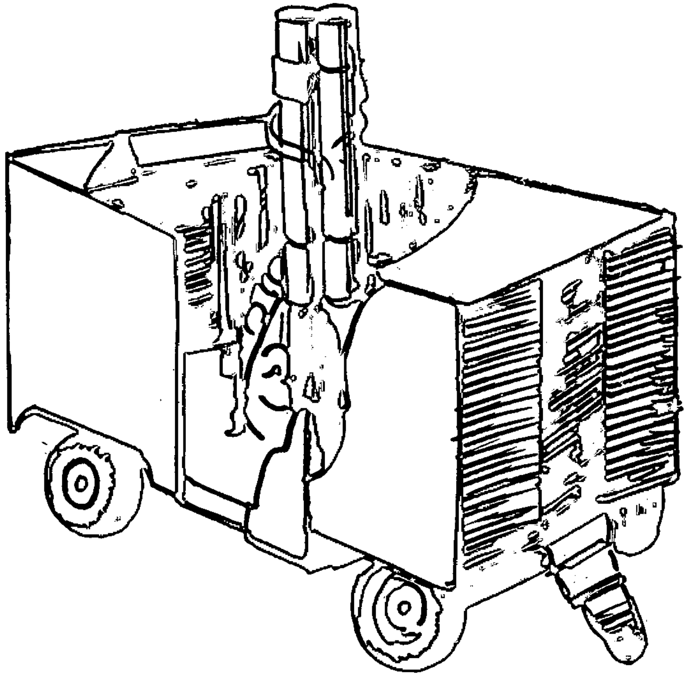
பெரிய லிடார்களில் ஒன்று இரு சிவப்புக்கல் இலேசர்களைக் கொண்டது. 30 விநாடி மின் பிறை வளைவு ஒளிக்கற்றை அகலமும் 25 நேனோ செகண்டுகள் காலமும் கொண்ட 40 மெகாவாட் துடிப்புகள் இரண்டினை மாறிமாறிச் செலுத்தக்கூடியது. ஒரு மில்லி விநாடியின் பின்ன நேரத்தில் இயங்கக் கூடிய ஆற்றல் கொண்டது. இந்த லிடாரில் ஒவ்வொரு ஒளிக்கற்றையின் முனைப்படுதிசை, முனைச்செயல் ஆய்வுகளுக்குத் தனியே கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

இதன் சிறப்புகள் பின்வருமாறு:

1. காற்று மேல் வெளியில் மறிப்புகளை 30 கல் உயரத்திற்கு இதைக்கொண்டு பெறலாம். நடைமுறையில் உள்ள கருவிகளைக் கொண்டு இவ்வுயரத்தில் இதனைப்பெற இயலாது.

2. அணுகிவரும் மூடுபனியின் விரைவினையும் இதனைக்கொண்டு அளக்க இ.யலும். முனைச் செயலினையும் வடிக்கட்டிகளையும் பயன்படுத்தி, ஒரு மேகத்தில் பனிக்கட்டித் துகள் உள்ளதா அப்படி இருந்தால் அது வளர்கிறதா சிதறுகிறதா என்றும் உறுதி செய்யலாம்.

Cv.4.



3. முதன் முதலில் அமைக்கப்பட்ட லிடார் கண்ணுக்குத் தெரியாத சில காற்று வெளிப்பிறழ்ச்சிகளையும் மேகங்களையும் மூடுபனி அடுக்குகளையும் கண்டறிந்தது. வானம் தெளிவாக இருந்த சமயத்தில் 16 நிமிட அளவுக்கு வேறுபட்ட உயர்ச்சிக் கோணங்களில் உற்று நோக்கல்கள் இந்தலிடாரைக் கொண்டு செய்யப்பட்டன. வேறுபட்ட துகள் செறிவுள்ள மூன்று அடுக்குகள் காற்று வெளியில் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

4. மேகத்தை உற்று நோக்கும் மற்ற முறைகளைக் காட்டிலும் துடிப்பு லிடாரின் செயல் மிக மேன்மையானது. 40,000 அடி உயரத்திலுள்ள சிர்சஸ் மேகங்களை இந்த லிடார் கண்டறியும். 20 கல் தொலைவிலுள் குயுமுலஸ் மேக உச்சியினை அது அளக்கும். மழையின் பொழுதும் பனியின் பொழுதும் மேகக் கரைகளை அளக்கலாம்.

5. சிறிய அளவு காற்று வெளி இயக்கங்கள், காற்று மாசு, ஆவியாதல், மேகம் உண்டாதல் முதலியவை பற்றிய செய்திகளை இது அறியும்.

6. லிடார் வளர்ச்சிக்கு இலேசர் தொழில் நுணுக்கம் தேவை. இக்கருவித் தொகுதிகளில் புதிய படிகங்கள் பயன் படுகின்றன. மிக உயரிய ஆற்றல்கள் உண்டாக நிறைவுநிலை வடிக்கட்டிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை புதிய நுணுக்கங்கள் ஆகும்.

7. லிடார் தொகுதிகளில் விரும்பத்தக்க முன்னேற்றங்களில் ஒன்று, அதன் இயக்குவீதத்தை அதிகமாக்குதலாகும். இதனை ரேடார் பொறி இயலார் **துடிப்பு மீள்அதிர்வெண்** என்பர். இவ்வசதி இல்லை என்றால் லிடார் இலக்குகளின் கிடைமட்ட பரவலையும் செங்குத்துப் பரவலையும் படமாக்க இயலாது. ஏனெனில், போதிய உற்று நோக்கல்கள் செய்வதற்குமுன், பெரிய. மாற்றங்கள் ஏற்படும். இதற்கு அகச்சிவப்பு லிடார்கள் பெரிதும் பயன்படும்.

## இலேசர் வடிவாக்கம்

இது பிரிட்டனில் உருவான முறை. ரப்பர், மரம் முதலிய பொருள்களை வடிவாக்கம் செய்வது. இவ்வடிவாக்க எந்திரத்திற்குப் பெயர்.

### டெசிடெக்:

உலகிலேயே மிகப் பெரியது. மிக விரைவாக வெட்டுவது. வெட்டுதல் கணிப்பொறியால் கட்டுப்படுத்தப் படுவது. ஒரு நிமிடத்திற்கு 40 மீட்டர் அளவிற்கு வெட்டும். இதில் கரி ஈராக்சைடு இலேசர் பயன்படுகிறது. இது அதிகப்பயனுறுதிறன் கொண்டது. கழிவிடை.யைக் குறைப்பது. கூடுதலான முடிப்பு வேலை தேவை இல்லை. இயக்கும் செலவும் குறைவு.

# 7. இலேசர் நுணுக்கங்கள்

இலேசர் வளர்ச்சியில் பல இலேசர் நுணுக்கங்கள் உருவாகியுள்ளன. அவற்றில் ஒரு சிலவற்றைப் பற்றியும் அவற்றின் வாய்ப்புகள் பற்றியும் இங்குக் காண்போம்.

## ஊடுபொருள் தேர்வு

தேவைப்படும் இலேசர் கற்றையின் ஆற்றல், அதன் அதிர்வெண் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து ஊடுபொருள் தேர்வு அமைகிறது. காட்டாக, ஈலியம்-நியான் ஊடுபொருள் சிலமில்லிவாட்டுகள் அளவுள்ள ஆற்றல் கற்றையினை அளிக்கிறது. ஆனால், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு இலேசரின் ஆற்றல் ஒரு வாட்டு முதல் சிலவாட்டுகள் வரை இருக்கும்.

சுவடு மாசுகள் ஊடுபொருள்களில் இருக்குமானால், இலேசர் தொகுதியின் இயங்குதிறன், வெளியேறு ஆற்றல் ஆகியவை அதிக அளவுக்குக் குறையும். ஆகவே, ஊடுபொருள்கள் மிகத்தூய்மையானதாக இருக்க வேண்டும். இத்தகைய பொருள்கள் முன்னேறிய மேனாடுகளிலேயே உள்ளதால், நாம் அவற்றை இறக்குமதி செய்யவேண்டியுள்ளது.

வளிப்பொருள்கள், தயார் செய்த கலவையாக மூடிய ஒரு லிட்டர் குடுவைகளில் அடைக்கப்பட்டு அனுப்பப்படுகின்றன. தேவைப்பட்ட குறுக்களவுகளில் திண்மப் பொருள்கள் தண்டுவடிவத்தில் வருகின்றன.

அண்மைக்காலத்தில் கல்கத்தாவிலுள்ள மையக்கண்ணாடி மட்பாண்ட ஆராய்ச்சி நிறுவனம் கண்ணாடியில் நியோடைமியத்தை அமைத்துள்ளது. இந்த அறிவினைத் துர்க்காபூரிலுள்ள பாரத ஒளி இயல் கண்ணாடித் தொழிற்சாலைக்கு இந்நிறுவனம் வழங்குகிறது.

## வளிக்கலவையினை மாற்றல்

இலேசர் குழாய் முதலில் வெற்றிட எக்கிகளால் உயர்ந்த அளவுக்கு வெற்றிடமாக்கப்படுகிறது. இதற்குப் போதிய கருவிகள்

நம் ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களில் உள்ளன. ஊடுபொருள் கறைப்பாட்டை நீக்க, அதிக அளவு வெற்றிடத்தை உண்டாக்கவேண்டும்.

இறக்குமதி செய்யப்பட்ட சீசாக்களிலிருந்து வளிக்கலவையினை வளிக் குழாய்களுக்கு மாற்றுவதும் பின் அதனை மூடுவதும் மிகத் தந்திரமான நுணுக்கமாகும். இதனைச் செய்யத் தனிக் கருவிகளைச் சிஜஎஸ்/எல்லும், இந்திய அறிவியல் நிறுவன இயற்பியல் துறையும் உண்டாக்கியுள்ளன.

## இலேசர் நிறமாலை இயல்

ஆராய்ச்சி அறிவியலாருக்குக் கிடைத்துள்ள ஒரு முக்கிய நுணுக்கம் இலேசர் நிறமாலை இயல். இதில் கதிர்வீச்சின் சிதறல், வெளியேற்றம், கவரல் ஆகியவை பற்றிய ஆராய்ச்சி, அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் ஆகியவை குறித்துத் தனியாகவோ அவை பொருள்களில் இருந்த படியோ, விரிவான தகவல்களை தருகிறது. இவ்வகையில் இலேசர் அதிக ஆற்றல் வாய்ந்த புதிய ஒளித்துருவியினை அளித்துள்ளது. இது இலேசர் ஆராய்ச்சிப் பணியில் ஒரு புரட்சியினை உண்டாக்கியுள்ளது. இலேசர் நிறமாலை இயல், அண்மையில் அணு உட்கருக்களின் ஆரங்களை அளக்கவும், காற்று வெளியில் மாசுபடுத்தும் பொருள்களை அறியவும் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது.

## ஒத்திசையம் இலேசர்கள்

இவை மிகப் பயனுள்ளவை. ஓர் ஒத்திசையும் சாய இலேசரின் பகுப்புப்பிரிவு மிகக் குறைவாக இருக்கும். இதனால் நிறமாலை இயலுக்கு அதிகப்பகுப்புப் பிரிவு கிடைக்கும். இது மிகத்துல்லிய அணுமாறிலிகளையும் மூலக்கூறு மாறிலிகளையும் அளிக்கும். இதைக்கொண்டு துகள் கொள்கைகளை ஆராயலாம். அணுக்களிலும் மூலக்கூறுகளிலுமுள்ள மின்னணுக்களை நேர்த்தியாகப் பகுத்துப் பார்க்கலாம்.

மூலக்கூறு அதிர்வுகளால் அகச்சிவப்பு இலேசர் ஒளி கவரப்படக் கூடியது. இலேசர் அதிர்வெண்ணைத் தகுந்த வகையில் தேர்ந்தெடுத்துக் குறிப்பிட்ட ஓரிமங்களில் தெரியக்கூடிய அகச் சிவப்பு ஒளியணுக்களில் கவரல் நிகழுமாறு செய்யலாம். இதனை ஓரிமப் பிரிப்பு நுணுக்க அடிப்படையில்

செய்யலாம். இது தற்பொழுது அதிகம் நடைபெறும் ஆராய்ச்சித்துறையாகும். தேர்ந்தெடுத்த ஓரிமங்களைத் தூண்டியும் பிரித்தும் அணுஆற்றல் திட்டத்தில் அவற்றைப் பயன்படுத்தலாம்.

அதிக ஆற்றலுள்ள மிகக் குறுகிய இலேசர் துடிப்புகள் குவிக்கப்படும் பொழுது, ஆற்றல் செறிவு மிக அதிமாயிருக்கும். ஒரு சிறிய உட்குழிவான கண்ணாடி உருண்டையில் உள்ளவளியில் ஒரே சீராக இலேசர் துடிப்புகளைச் செறிவடையச் செய்ய, அவ்வளி அதிகச் செறிவடையும். அதாவது, விண்மீன் கூட்டச் செறிவினையும் அடையவல்லது. 100 மில்லியன் கே.வி. வெப்பநிலை உண்டாகும். இந் நிலைமைகளில் இலேசான தனி மங்களான டியூட்ரியம், டிரைடியம் ஆகியவற்றின் அணுவினைகள் நடைபெற வாய்ப்புண்டு. ஆற்றல் வாய்ந்த அல்லணுக்களும் (நியூட்ரான்கள்) வெளிப்படும்.

தொடக்கத்தில் வரையறுக்கப்பட்ட இலக்குடன் நடத்தப்படும் இலேசர் பிணைப்பு ஒருநாள் அணுஉலையில் நிறைவேறலாம். சூழ்ந்துள்ள சீராக்கு உறையிலிருந்து அல்லணு ஆற்றலைப் பிரிக்கலாம்.

மிகக் குறுகிய இலேசர் துடிப்புகளை உண்டாக்கி நேனோ செகண்டு பகுதிகளிலும் பைக்கோ செகண்டு பகுதிகளிலும் உயிரியப் பல்படிகள், அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் ஆகியவற்றின் அடிப்படைச் செயல்களை ஆராயலாம். இவ்வழியில் ஒளிச்சேர்க்கை முதலிய செயல்களையும் ஆராயலாம். அதே போல் வேதிவினை வீதங்கள் அலைக்கழிக்கப்பட்டு, இலேசரால் தூண்டப்பட்ட ஒளிர்வினை உற்றுநோக்கி, அவற்றை அளக்கலாம்.

மின் காந்த நிறமாலையினை உள்ளடக்கிய, அகன்ற அதிர்வெண் எல்லைகளில் தொடர்ந்து ஒத்திசையும் இலேசர்கள் வேண்டும் என்பதே நிறமாலை இயல் அறிஞர்களின் கனவாகும். இக் கனவு நனவாகும் நிலை நெருங்கிக் கொண்டுள்ளது. ஒத்திசையம் கிரிப்டான் புளோரைடு முதலிய பல கருவியமைப்புகளின் பயன்பெரிதும் வளர வாய்ப்புள்ளது. இவ்வகை இலேசர் ஓரிமப் பிரிவிலும் வேதி இயலிலும் பல ஒளியணுச் செயல்களிலும் அதிகம் பயன்படக்கூடியது.

## செய்தித் தொடர்பு

இலேசர் கண்டறியப்பட்ட நாளிலிருந்து ஓர் இலேசர் கற்றை செல்லும் வழியில் பல செய்திகளை அனுப்ப, ஒளித் தொடர்பு, ஒரு வழியாகக் கருதப்பட்டது. இப்பொழுது வளர்ந்து வரும் தொலைச்செய்தித் தேவைகளை நிறைவேற்ற இந்நுணுக்கம் பெரிதும் பயன்படும். குறைந்த ஒளி இழப்பு கொண்ட ஒளி இழைகளை இணைப்பாக அல்லது ஒளி உமிழும் இருவாய்களைத் தலைவாய்களாகப் பயன்படுத்தி இந்நோக்கம் நிறைவேறும் நிலையில் உள்ளது. பல கிலோமீட்டர் தொலைவுகளுக்கு இலேசர் செய்தி இணைப்புகள் ஏற்படுத்துவதும், ஒரே சமயத்தில் ஒரு சில இழைகளில் ஆயிரக்கணக்கான உரையாடல்களை அனுப்புவதும் நடைபெற்றுள்ளன. இலேசர் கற்றைகள் நிலாக்களுக்கு இடையேயும் நில நிலையங்களுக்கு நடுவேயும் ஒளித்தொடர்பினை அளிக்கவல்லவை. இதற்கு மூடிய சுற்று இணைப்பு தேவை.

## இலேசர் பிணைப்பு

இலேசர் அனைத்துத் துறைகளிலும் முழுஅளவுக்குப் பயன்பட வேண்டுமானால், அதன் கதிர்வீச்சுப் பண்புகள் சரியாக இருக்க வேண்டும். இலேசர் பிணைப்பு அணு உலைக்கு, அதிக ஆற்றல் உள்ளதும் குறுகிய துடிப்புகள் உள்ளதுமான இலேசர்கள் தேவை. இவற்றின் வெளியேறு ஆற்றல் ஒரு நேனோ செகண்டிற்கு 100 கிலோ ஜோல்களுக்கு மேல் இருக்கவேண்டும். தவிர, அவற்றிற்கு உயர்ந்த கதிர்கற்றைப் பண்பும் இருக்கவேண்டும். அப்பொழுதுதான் ஒளிக்கற்றை நேர்த்தியாக குவிக்கப்படும். மேலும், அவற்றிற்கு உயர்ந்த இயங்குதிறனும், மீள்வீதமும் இருக்கும். இத்தகைய இலேசர், வளி இலேசராகவே இருக்க வேண்டும். ஏனெனில், திண்ம, நீர்மப் பொருள்களில் நீளச் சார்பிலா விளைவுகள் இருக்கும். இவற்றில் சில இப்பொழுது வடிவ அமைப்பு நிலையில் உள்ளன. துடிப்பு நேரம் பைக்கோ செகண்டுகள் உள்ள அல்லது அவற்றிற்குக் குறைவாக உள்ள இலேசர்கள், மூலக்கூறுகளில் விரைவுச் செயல்களை ஆராயத்தேவைப்படும்.

வியூவி பகுதிகளிலும், எக்ஸ்-கதிர் பகுதிகளிலும்

மிகக்குறுகிய அலை நீளத்தில் ஒரு கருவியை உருவாக்கும் ஆராய்ச்சி அமெரிக்கா முதலிய நாடுகளில் நடைபெற்ற வண்ணம் உள்ளது.

நீளச் சார்பிலாச் செயல்களில் ஒளியணு ஆற்றல்களைத் தொகுத்து இலேசர் அதிர்வெண்களை அதிகமாக்கலாம். குறுகிய அலை நீளங்களை உண்டாக்க இது ஒரு வழியாகும். இக்கதிர்வீச்சு தூண்டிய கணிமங்களில் பின் பெருக்கப்படலாம்.

இத்தகைய இலேசர்களின் தன் வெளியேற்றம், குறுகிய அலைநீளங்களில் அதிகமிருப்பதால், அது மிகக்குறுகிய காலத்துடிப்புகளை உண்டக்கும்.

வேதி இயல், உயிரியல் முதலிய துறைகளில் எக்ஸ் கதிர் இலேசர் பயன்படும். தவிர அணு, மூலக்கூறு ஆகியவற்றின் அமைப்பினை முப்பருமக்கோல நுண் பெருக்கி இயலைப் பயன்படுத்தி உறுதி செய்யலாம். உயர் வெப்பநிலைக் கணிமங்களை அறியலாம். நுண் சுற்று உற்பத்தியிலும் துடிப்புக்கதிர் இயலிலும் எக்ஸ்-கதிர் இலேசர் பயன்படும்.

## இலேசர் கற்றையினைக் கையாளுதல்

இலேசர் கற்றையிலுள்ள ஒளி பெரும்பாலும் தன் பண்புகளில் ஒரே மாதிரி இருப்பதால், அதனைப் பல வழிகளில் கட்டுப்படுத்தலாம், கையாளலாம். அக்கற்றையினை விலகச் செய்து அலகிடலாம், மாற்றலாம், விரைவாக நிறுத்தலாம், இயக்கலாம். ஒளிமின்னணு நுணுக்கங்கள் கொண்டு இவ்வாறு செய்யலாம்.

இதற்கு ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு மிகப் பெரியதுடிப்பினை உண்டாக்குதல் ஆகும். உயர்ந்த ஆற்றல் கிடைக்குமாறு இலேசரில் ஒளி பாய்ச்சுகின்றவரை, தூண்டிய வெளியேற்றத்தைத் தடுக்க ஒருங்கியைவு ஆடிகளில் ஒன்றை தடை செய்யவேண்டும். இப்பொழுது தூண்டிய வெளியேற்றச் செயலைத் தூண்ட, குறுகிய துடிப்புள்ள உயர்ந்த ஆற்றல் வெளிப்படும்.

இரண்டாவது எடுத்துக்காட்டு தொடர்ச்சியான மிகக் குறுகிய பைக்கோ செகண்டு துடிப்புகளை உண்டாக்குதல்

ஆகும். இலேசர் குழியில் ஓர் இரட்டித்த தடவை ஒளி செல்லும் நேர இடைவெளிகளுக்குப் பொருந்துமாறு, ஒருங்கியைவு ஆடிகளில் ஒன்றை ஒழுங்காக இயக்கி, இதனைச் செய்யலாம்.

## நீளச்சார்பிலா ஒளி இயல்

மற்றொரு முக்கிய நுணுக்கம் கதிர்வீச்சு நிறங்களை அல்லது அதிர் வெண்களை மாற்றுதல் ஆகும். காட்டாக, நியோடைமியம் இலேசரிலிருந்து ஒளி 1.06 யூஎம்மில் (மைக்ரோ மிட்டர்களில்) வெளியேறுகிறது.

இதனை அதிர்வெண்ணில் இரட்டிப்பாக்கி 532 என்எம் அலை நீளம் அளிக்குமாறும் மூன்று மடங்காக்கி 355 என்எம்மும் நான்கு மடங்காக்கி 266 என்எம்மும் அளிக்குமாறும் செய்யலாம்.

நீளச்சார்பிலா ஒளிஇயல் என்னும் புதுத்துறையின் ஒருநிலையாகும் இது. இதில் இயல்பான செறிவுள்ள ஒளியில், புறக்கணிக்க கூடிய செயல்கள்( இலேசரிலிருந்து வருவது போல் கதிர்வீச்சுச் செறிவு அதிகமிருக்குமானால்) முக்கியமுள்ளவை யாகின்றன. ஒளியணு ஆற்றல்களைச் சேர்த்து யூ.வி. எக்ஸ்யூவி கதிர் வீச்சை உண்டாக்குவது ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையாகும்.

1.06 யூஎம் உள்ள நியோடைமியம் இலேசர் ஒளியின் அலைவரிசைகள் 38 என்எம் அலைநீளமுள்ள ஒருங்கிணைந்த கதிர்வீச்சை அளிக்குமளவுக்கு உண்டாக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த அலை நீளம் 28வது அலைவரிசைக்குச் சமமானது.

மற்றும் இலேசர் முப்பருமக்கோலவியல், இலேசர்நுட்ப நுண்பெருக்கி இயல் முதலிய பல உயரியநுணுக்கங்களும் உள்ளன. இவற்றை 5,6,8,10, ஆகிய இயல்களில் காண்க

# 8. இந்திய ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களில் இலேசர் பணி

நம்நாடும் இலேசர் வளர்ச்சிப் பணியில் முன்னேறிய வண்ணம் உள்ளது. பல வகை இலேசர்களும் இலேசர்

கருவியமைப்புகளும் நம் நாட்டில் செய்யப்படுகின்றன. இவ்வியலில் நம்நாட்டு ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களில் நடைபெறும் இலேசர் பணி என்ன என்பதைக் காண்போம்.

## இந்திய அறிவியல் நிறுவனம்

இதன் பணி போற்றத்தக்கது. இதன் பகுதியான சிஜஎஸ்எல் இலேசர் முப்பருமக்கோலத் தொகுதியை அமைத்தள்ளது. இதைக்கொண்டு ஒளியின் அலை நீளத்தில் 1/20 பங்குக்குச் சிறிய இடப்பெயர்ச்சிகளை அளக்கலாம்

இதன் எந்திரப் பொறியல் துறை, இலேசர் எல்லைக்காணியைப் பாதுகாப்புத்துறைக்காக உருவாக்கும் முயற்சியில் ஈடுபட்டுள்ளது.

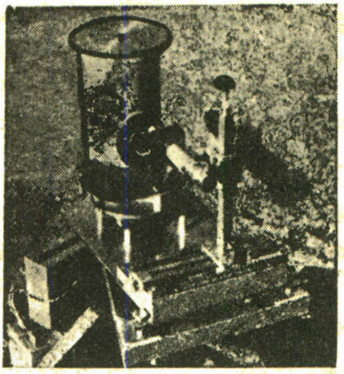
மின் செய்தித் தொடர்புப்பொறிஇயல்துறை, நிலாப் படங்களைப் பகுக்கும் இலேசரை உருவாக்கிய வண்ணம் உள்ளது.

இயற்பியல் துறை நிறமாலை ஆய்வுக்கும் சிதறும் ஆய்வுக்கும் இலேசரைப் பயன்படுத்துவதை ஆராய்ந்த வண்ணம் உள்ளது.

நீளத்திட்டங்களை நிறுவுவதிலும் குறுக்கீட்டு அளவிலும் ஈலியம் நியான் இலேசர்களைப் பயன்படுத்துவதில் தேசிய இயற்பியல் ஆய்வுக்கூடம் நாட்டம் செலுத்திவருகிறது. சீரிய பணி ஏனைய ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களிலும் நடைபெறுகிறது.

## பாபா ஆராய்ச்சி நிறுவனத்தின் இலேசர் பகுதி

அ)இலேசர் குறுக்கீட்டுமானியில் சாய் நிகழ்ச்சி: நேர்த்தியாகச் சாணை பிடித்த பரப்புகள், மடித்த உலோகத்தட்டிகள் முதலியவற்றை ஆராய இக்கருவி பயன்படுகிறது. இவை பளபளப்பும், ஒளி ஊடுருவலும் இல்லாத பரப்புகள். உருளைத்தண்டுகள் கூம்பு வடிவத்தண்டுகள் முதலியவற்றின் நேர்தன்மையினை ஆராயவும் இக்கருவி பயன்படுகிறது. ஒரே தடவையில் பெரிய பரப்புகளையும் ஆராய இயலும்.



முராம்பெ ஆறு ஆர்ஹம் ஷீலய
கேலிய ஆர்சனைடு இலேசர்

ஆ) பீலியு வகை அடிச்சுமைத்தடை டீ கார்பன்-டை-ஆக்சைடு இலேசர்

இஃது இங்கு அமைக்கப்பட்டு இயக்கப்பட்டுள்ளது. இயங்குவற்கு ஈலியத்திற்குப் பதிலாகச் சீரான அளவுள்ள நீராவி பயன்பட்டது. இந்த ஆவி நைட்ரஜன் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு சேர்ந்த கலவையில் சேர்த்து அனுப்பப்பட்டது. இலேசர் ஆற்றலை குறிப்பிடத்தக்க அளவுக்கு இழக்காமல் விலையுயர்ந்த ஈலியத்திற்குப் பதிலாக நீராவியை இந்த இலேசரில் பயன்படுத்திப் பல வகைப்பட்ட பயன்களைப் பெறலாம்.

இ) மிக உயர்நத வெப்பநிலைப் கணிமங்களை உருவாக்க இலேசர் ஒளிக்கற்றைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

# கான்பூர் இந்தியத் தொழில் நுணுக்க நிறுவன இலேசர் ஆய்வுக் கூடங்கள்

அ) இங்குத் துடிப்பு ஆர்கன் இலேசர் அமைக்கப் பட்டுள்ளது. இது 4765-5145 ஆங்ஸ்ட்ராம் எல்லையில் இயங்குவது. உச்ச எல்லை ஆற்றல் சில வாட்டுகள். துடிப்பு அகலங்கள் 20-50 மைக்ரோ செகண்டுகள். உத்திரப் பிரதேசத்தில் ஷிகிபா பாத்திலுள்ள மையமின்னணு நிறுவனத்துணையுடன் இஃது அமைக்கப்பட்டது.

ஆ) இங்கு மாறக்கூடிய புருய்ஸ்டர் கோணமேல் நிலைப் படிகக்கல் மின்கலம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒருங்கியைவு நிலைமைகளில் ஒளிர்வு ஆய்வுகளையும் இராமன் சிதறலையும் ஆராய இது உதவும்.

இ) இயக்கம், மேற்பரப்புக் கரட்டுத்தன்மை, ஒருங்கியைவு, ஒளி உணர்வுமிக்க பொருளின் எம்டிஎஃப் ஆகியவற்றை அளக்க இலேசர்துகள் புகைப்பட நுணுக்கங்கள் பயன் படுகின்றன. இந்த ஆய்வுக்கூடத்தில் மின்னணு இசைக்கவையின் அதிர்வு, சுழற்சி, உள்தள இயக்கம் ஆகியவற்றை அளக்க, இந்த நுணுக்கம் பயன்பட்டிருக்கிறது. ஒளிப்படத்தட்டில் உள்ள இடப்பெருக்கத்தைப் பயன்படுத்தி உள்தள இடப்பெயர்ச்சி அறிகுறியை அறிய, ஒருமுறை கண்டறியப்பட்டுச் சரிபார்க்கப்பட்டுள்ளது. ஆடிகள், ஒளிக்கற்றைப் பிளப்பிகள் ஆகியவற்றின் சிறிய கோணங்களை அளக்க ஃபோரியர் துகள் நுணுக்கத்தை நன்முறையில் பயன்படுத்தலாம் என்பது உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது.

ஈ) கூம்பு வில்லைகள், நீள்வட்ட ஆடிகள் ஆகியவை வழக்கத்தில் இல்லா ஒளியியல் பொருள்கள். செலுத்துகை யினையும் மறிப்பினையும் உள்ளடக்கிய முப்பருமக் கோலவியல் இவற்றின் பகர்ப்பாகப் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. இவற்றை உருவாக்குவது அரிய செயலாகும். இலேசர் முப்பருமப் படத்தினால் உண்டாக்கப்படும் பொருள்கள் விலை குறைந்தவை, இலேசானவை. குறிப்பிட்ட எந்தச் சுட்டளவுகளையும் அவற்றைக்கொண்டு எளிதாக உருவாக்கலாம்.

## சென்னை இந்தியத்தொழில் நுணுக்க நிறுவன இலேசர் செய்தித் தொடர்பு ஆய்வுக்கூடம்

அ) இலேசர் கற்றைப் பரவலில் காற்று வெளிக்கொந்தளிப்பு விளைவுகளை அறிய ஆய்வகள் நடத்தப்பட்டுள்ளன.

ஆ) இலேசர்களைப் பயன்படுத்திக் கூடுதலான உயர் மின்னழுத்தக் கம்பிகளில் மின்னோட்டங்களை அளக்க, ஆய்வுகள் செய்யப்படுகின்றன. காந்த ஒளிப் பொருளுக்கு நெருக்கமாகக் கடத்தி வைக்கப்பட்டு, அதன் வழியாக இலேசர் கற்றைச் செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு மின்னோட்டத்தை அளப்பதிலுள்ள நெறிமுறை *பாரடே விளைவு* ஆகும். இவ்விளைவைப்படிகக்கல் முதலிய காந்த ஒளிப்பொருள்களில் நன்கு உற்றுநோக்க இயலும். இந்த ஆய்வுகளுக்கு 3 மில்லிவாட். ஆற்றலுள்ள ஈலியம்-நியான் இலேசர் பயன்பட்டது. இந்த ஆய்வு பெல் நிறுவனத்துணையுடன் செய்யப்பட்டது.

## திருவனந்தபுரம் விக்ரம் சரபாய் வான வெளிமையம்

ஒளி முப்பருமக் கோலவியல், ஒளிநீட்சி ஆகியவை வானவெளிக்கலப் பகுதிகளின் அமைப்புப் பகுப்பை ஆராயப்பயன்படுகின்றன. இதற்கு இலேசர் ஒளி,· மூலமாகப் பயன்படுகிறது. வானவெளிக் காற்று விரைவு, கொந்தளிப்பு, சுட்டளவுகள் முதலிய காற்று வெளிநிலைமைகளை ஆராயச்சிவப்புக்கல் இலேசர் தொகுதியினையும், சாய இலேசர் தொகுதியினையும் இயற்பியல் பிரிவு உருவாக்கியுள்ளது.

## இந்தியத் தொழில் நுணுக்க இலேசர் வளர்ச்சிச் செலவு போர்க்கருவி நிறுவனம்

இது நாட்டுப் பாதுகாப்பு ஆராய்ச்சி-வளர்ச்சி நிறுவனக்கட்டுப் பாட்டில் உள்ளது. வழிப்படுத்தப்பட்ட எறிபடைகளை இயக்க, இலேசரைப் பயன்படுத்தும் ஆராய்ச்சியில் இறங்கியுள்ளது. களப்பணிக்கும் நடமாடும் இலேசர் தொகுதியினை உண்டாக்க ஆராய்ச்சி

நடத்தியவண்ணம் உள்ளது. இதற்கேற்ற ஆராய்ச்சி வசதிகள் இங்குள்ளன.

மேனாடுகளுடன் ஒப்பிட, இவ்வளர்ச்சிக்காக நாம் செலவழித்திருப்பது மிகச் சிறிதே. இருப்பினும், வியத்தகு இலேசர் கற்றையின் அளப்பரிய வாய்ப்புகளை உரிய துறைத்தலைவர்கள் உணர்ந்த வண்ணம் உள்ளனர். என்சிஎஸ்டி குறிப்பிட்டுள்ள முதலிடம் வகிக்கும் 10 செயல்களில், இலேசர் வளர்ச்சியும் ஒன்று என்று வரையறை செய்யப்பட்டுள்ளது. இதன் அறிவியல் தொழில் நுணுக்கத்துறை, ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களுக்கிடையே இலேசர் வளர்ச்சிக்காக ஒரு பெரிய திட்டத்தைத் தொடங்கியுள்ளது. இந்தியத் தொழில் நுணுக்க நிறுவனம், பாபா அணு ஆராய்ச்சி நிறுவனம், தில்லி மைய மின்னணு நிறுவனம், இந்திய அறிவியல் நிறுவனம் ஆகியவை இத்திட்டத்தில் கலந்து கொள்கின்றன.

இத்திட்டத்திற்காக 1976-ம் ஆண்டு வாக்கில் சிஜஎஸ் எல்லுக்கு ரூ.5 இலட்சம் ஒதுக்கப்பட்டது. இந்தியப் பிரிட்டிஷ் பல்கலைக்கழகங்களின் கருவிப்பாட்டுக் கூட்டுத்திட்டத்திற்கு ஒரு மையமாக இது தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது. இத்திட்டத்தில் பிரிட்டன் அல் பல்கலைக்கழகமும் சிஜஎஸ்எல் இணைந்து உயர் ஆற்றல் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு இலேசர்களையும் நியோடைமியக் கண்ணாடி இலேசர்களையும் உருவாக்கும். குறிப்பாகக் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு இலேசர் தொகுதி பொருள்களின் நுண்பகுப்பை ஆராயவும், இலேசர் பொருள் இடைவினையை ஆராயவும் உருவாக்கப்படும். ஆக, வாய்ப்பிற்கும் வசதிக்கும் ஏற்ப, இலேசர் வளர்ச்சிப் பணிக்கு இந்தியா பாடுபட்டுவருகிறது. அவ்வகையில் அதன் ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களின் பணி போற்றிப்பாரட்டத்தக்கதே

## இலேசரின் அறிவியல் பயன்கள்

இலேசரின் பயன்களை இரு பெருந்துறைகளில் அடக் கலாம். ஒன்று அறிவியல் துறை. மற்றொன்று தொழில் நுணுக் கத்துறை. இவ்வியலில் அறிவியல் துறைப் பயன்களைப் பற்றிப் பார்ப்போம்.

## இயற்பியல்

இயற்பியல் கொள்கையினைச் சரிபார்க்கும் ஆய்வில் இலேசர் குறிப்பிடத்தகுந்த அளவுக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. காட்டாக, இராமன் விளைவு சரிபார்க்கப்பட்டதைக்கூறலாம்.

1935-இல் பல கொள்கை நிலை முன்னறிவிப்புகளைச் சர்.சி.வி. இராமன், திரு.என்.எஸ். நாகேந்திரநாத் ஆகியோர் செய்தனர். இவை 1932ல் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இராமன் விளைவு பற்றியவை.

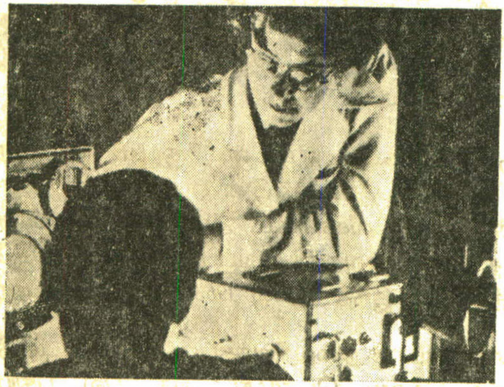
திருவாளர்கள் எர்மன் குயூமின்ஸ். நார்மன் நேபிள்,லியோனர்டு கேம்பல், இன் ஏ ஆகியோர் கொலம்பியா பல்கலைக்கழக்கதிர் வீச்சுக்கூட அறிவியல் குழுவினர் ஆவர். இவர்கள் தங்கள் ஆய்வுக்குச் சிவப்பு ஈலிய-நியான் இலேசரைப் பயன்படுத்தினர். இந்த ஆய்வு 1963-இல் நடைபெற்றது.

கேளா ஒலிகள் நிலைநிறுத்தப்பட்ட தொட்டி நீர்மத்தில், ஒளிக்கற்றை சென்ற பொழுது, அது பல புதிய கற்றை வரிசைகளாகப் பிரிந்தன. கேளாஒலிகளை மாற்றுவதன் வாயிலாக இப்பிரிப்பைக் கட்டுப்படுத்தலாம் என்பதைக் கொலம்பியா பல்கலைக்கழக அறிவியலார் கண்டனர்.

இவ்விளைவு உயர்விரைவு செய்தியாக்கும் தொகுதி களிலும், ஆய்வு நிலத்தொலைக்காட்சித் தொகுதிகளிலும் பயன் படுகிறது. கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஆண்டிலிருந்து அது உலகின் பல ஆய்வுக்கூடங்களிலும் ஆராயப்பட்டுள்ளது.

இவ்விளைவின் முழுக்கொள்கை இராமன், நாத் ஆகிய ரோல் 1935-36-இல் வெளியிடப்பட்டது. அச்சமயம் வெளியாகிய எல்லா ஆய்வு முடிவுகளையும் அது விளக்கியது. இவ்விளக்கம் சரியானவை என்று எல்லோராலும் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டது. இருப்பினும், அக்கொள்கையின் ஒருநிலை,முழுதும் சரிபார்க்கப்படவில்லை.

"படு ஒளி கற்றையின் நிறத்திலிருந்து நீர்மத்தொட்டியிலிருந்து வெளியேறும் ஒளிக்கற்றைகளின் நிறங்கள் சிறிது வேறுபடும்" என்று இருவரும் முன்னறிவிப்பு செய்தனர். இவ்வேறுபாடுகள் மிகச்சிறியனவாக இருந்ததால்,



உருசிய ஆராய்ச்சியாளர்
லேசரைச் சரிசெய்தல்

எத்ததுல்லியத்துடனும் அவற்றை நேரடியாக அளக்க முடியவில்லை.

1939-ஆம் ஆண்டு வாக்கில் செய்யப்பட்ட பல ஆய்வுகள் இராமன் செய்த முன்னறிவிப்பு பெரும்பாலும் சரி என்றே சுட்டிக் காட்டின. இலேசர் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதும் இவ்வேறுபாடுகள் மிகத் துல்லியமாகக் கண்டறியப்பட்டன.

கொலம்பியா பல்கலைக்கழக் அறிவியல் குழுவினர் இவ்வேறுபாடுகளை மிகத்துல்லியமாக அளந்தனர். ஒரு மில்லியனில் (10இலட்சத்தில்) ஒரு பகுதிக்கும் மேற்பட்ட துல்லியத்துடன் இராமன், நாத் ஆகியோரின் முன்னறிவிப்புகளில் பெரும்பான்மை சரி என்று ஆய்வு முடிவுகள் உறுதிசெய்தன.

பொதுவாகப் பொருளின் ஒளி நிறமாலையினைப் பகுக்கச்

சாதாரண ஒளியைக் காட்டிலும் இலேசர் ஒளி அதிகப் பயனுள்ளதாகும். மேலும், **டாப்ளர் விளைவினையும்** இதனைக்கொண்டு ஆராயலாம்.

## அணுப்பிணைப்பு

இதற்கு இலேசரைப் பயன்படுத்த உருசியா, அமெரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகள் முயன்று கொண்டுள்ளன.

உருசியா:- ஆற்றல் மூலங்களில் மிக்க வாய்ப்புள்ளது. வெப்ப அணுத்தொகுப்பு ஆகும். உலகிலுள்ள அறிவியலார் அனைவரும் வெப்ப அணு வினையினைச் செயற்படுத்த முனைந்த வண்ணம் உள்ளனர். இதற்காக இலேசர் ஆற்றலும் பயன்படுகிறது.

உருசியாவில் **டால்பின்** என்னும் தலைசிறந்த இலேசர் தொகுதி நிறுவப்பட்டுள்ளது. டியுட்ரியம், டிரைடியம் கொண்ட தனி இலக்கில் வெற்றிட அறையில் 5000 ஜோல்கள் மொத்த ஆற்றலுடைய 54 இலேசர் ஒளிகற்றைகள் இக்கருவித் தொகுதியில் குவிக்கப்பட்டுள்ளன. இக்கற்றைகள், .0000001 வினாடியில் மிகக்குறுகியதும் ஆற்றல் வாய்ந்ததுமான ஒளித்துடிப்பினை உண்டாக்கவல்லவை. உலகிலுள்ள எல்லா ஆற்றல் நிலையங் களின் ஆற்றல் திறனையும் இவ்வீசு ஒளியின் திறன் விஞ்சக்கூடியது.

அமெரிக்கா: 1994க்குள் அணுப்பிணைப்பிற்கு இலேசர் ஆற்றலைப் பயன்படுத்த அமெரிக்கா முயலுகிறது. இதற்கு அறுகதிர் **சீட்டா** இலேசர் தொகுதியைப் பயன்படுத்துகிறது. இது இறுதியாக 24 -கதிர் கருவியாகக் காட்சியளிக்கும்.

இக்கருவித்தொகுதி 67 மில்லியன் பாகை வெப்ப நிலை களில் ஒரு மில்லியன் அல்லணுக்களை உண்டாக்கியது. இவ் வாற்றல் 1.65 மில்லியன் வாட் இலேசர் ஆற்றல் ஆகும். இந்த ஆற்றல் ஒரு விநாடியின் பின்ன நேரமே நீடித்திருக்கும்.

அமெரிக்க ராசெஸ்டர் பல்கலைக்கழகமும் லாரென்ஸ் லிவர்பூல் ஆய்வுக்கூடமும் இம்முயற்சியில் ஈடுபட்டுள்ளன. 1977-இல் லிவர்பூல் ஆய்வுக்கூடம் 2 டிடபுள்யூ ஆற்றலுள்ள 200 மில்லியன் அல்லணுக்களை இம்முயற்சியில் உண்டாக்கியது.

இந்த அரிய ஆராய்ச்சியில் ராசெஸ்டர் நிறுவனத்திற்குப் போட்டியாக உள்ளது லிவர்பூல் ஆய்வூக்கூடமாகும். தங்கள் ஆய்வுகளுக்கு இவ்விரு நிறுவனங்களும் நியோடைமியம் கண்ணாடி இலேசர்களைப் பயன்படுத்துகின்றன.

ராசெஸ்டர் நறுவனத்தின் 24-கதிர் கருவித் தொகுதிக்கு *ஒமேகா* என்று பெயர். 1979இல் இது இயங்கத் தொடங்கியது. 30-40 டிடபுள்யூ இலேசர் ஆற்றலை உண்டாக்கும் இத்தொகுதி 100 மில்லியன் அல்லணுக்களை உண்டாக்கவல்லது.

## ஆஸ்திரேலியா

அதிக ஆற்றல் தரக்கூடிய இலேசரை ஆஸ்திரேலியா அறிவியலார் அமைத்துள்ளனர். எதிர்கால ஆற்றல் பிணைப்பு வளர்ச்சிக்கு இது பெருவாய்ப்பளிக்கும்.

இரு குழுவினரின் ஐந்தாண்டு அராய்ச்சியினால்இது நடந்தேறியது. ஒரு குழுவினர் நியூ சௌத்வேல்ஸ் பல்கலைக்கழ அறிவியலார் ஆவர். இதற்குத் தலைவர் பேரா. எயின்ரிச். மற்றொரு இயற்பியல் ஆராய்ச்சிப்பள்ளி அறிஞர்கள் ஆவர். இதற்குத் தலைவர் டாக்டர் லென் ஹூயுஜெஸ்.

1978-இல் தேசியப் பல்கலைக்கழகக் குழுவினர் ஒருமுக்கிய ஆய்வினைச் செய்தனர். இதில் குறைந்த செறிவு கணிமத்தால் இலேசர் கற்றை செலுத்தப்பட்டு, அதிக ஆற்றல் உள்ள மின்னணுக்கள் உண்டாக்கப்பட்டன.

கட்டிலா மின்னணுக்களை இலேசர் கற்றையில் செலுத்தி, அதனைப் பெருக்கத்திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய இலேசர் நீளச் சார்பிலா ஆற்றல் கொண்ட கட்டிலா மின்னணு இலேசர் ஆகும். இது பேராற்றலை அளிக்க வல்லது.

இஃது அணுப்பிணைப்பைக் கட்டுப்படுத்தி, ஒரு புதிய வழியினை அளிக்கும். இவ்விரு அறிவியலாரும் நீர்வளி-பொரான் எரி பொருளைப் பயன்படுத்தி அணுப்பிணைப்பு முறை ஒன்றினை உருவாக்கலாம் என நம்புகின்றனர்.

இக்கூட்டு எரிபொருளின் நன்மைகளாவன:

1. வேண்டிய அளவு இவை இரண்டும் கிடைக்கின்றன.

2. நிலக்கரி எரிப்பதைவிடக் குறைந்த கதிர் இயக்கத்தை இது உண்டாக்க வல்லது.

3. இதன் ஆற்றலை நேரடியாக மின்சாரமாக மாற்றலாம்.

எந்த அலை நீளத்திலும் நீளச்சார்பிலா ஆற்றல் இலேசர் தொகுதி இயங்கக்கூடியது. எந்த இலேசரின் வெளியேறு ஆற்றலை அதிக மாக்கவும் அதனைப் பயன்படுத்தலாம். எவ்விதச் சேதமும் இலேசருக்கு இராது. நடைமுறையில் உள்ள இலேசர்களில் இது ஒருசிக்கலாகும்.

மற்றொரு கட்டிலா மின்னணுப் பிணைப்புத் திட்டத்தைக் கலிபோர்னிய ஸ்டான்போர்டு பல்கலைக்கழகம் உருவாக்குகிறது. இதில் டியுட்ரியம் எரிபொருளாகும். உருசிய டால்பினிலும் இதுவே எரிபொருள். இதனைக்காட்டிலும் தங்களது திட்டத்தில் குறைந்த ஆற்றலில் அணுப்பிணைப்பினைப் பெறலாம் என ஆஸ்திரேலிய இயற்பியல் அறிஞர்களும் கருதுகின்றனர்.

## வானியல்

முன்னரே 2, 38,840 கல் தொலைவிலுள்ள திங்களிலிருந்து இலேசர் கற்றை திரும்பியுள்ளது. அது ஊசி முனைக் கூர்மையுள்ள கற்றையாக வியாழனுக்குச் சென்று வந்துள்ளது. அதன் மறிப்பைப் புவியில் வானியலார் பகுத்துப் பார்த்த பொழுது, வியாழனின் மேற்பரப்புச் சராசரி வெப்பநிலை – 150 எஃப் என்பது புலனாயிற்று.

தவிரத் திங்களின் மேடுபள்ளப் படத்தை உருவாக்கவும் இலேசர் உதவும்.

## வானிலை இயல்

காற்று, பனி, மழை, மேகம் முதலியவற்றை ஆராய்ந்து வானிலைத் தகவல்களைத் திரட்ட இலேசர் பயன்படுகிறது. இதற்கு லிடார், ரேடார் ஆகிய கருவிகள் உருவாகியுள்ளன.

காற்று, மாசு அடைதலைக்கணடறிய ஜெர்மன் நடமாடும் இலேசர் துப்பாக்கியை உருவாக்கியுள்ளது. இதன் அடக்கவிலை ரூ 9 இலட்சம். புழுதியினையும் அளந்தறியக் கூடியது இந்த இலேசர். நீரியல் விசை கொண்டு இது நிலை நிறுத்தப்படுகிறது.

இத்தாலியின் போ பள்ளத்தாக்கிலுள்ள அணு ஆற்றல் நிலையத்தின் வெளியேறும் மாசின் அளவையும் இது சரிபார்க்கும். இதேபோன்ற மற்றொரு கருவி காற்றிலுள்ள எரிமலைப்புழுதியினை வானிலைக் கண்ணோடு 40 கி.மீ. உயரம் வரை பார்க்கக்கூடியது. கருங்கக்கூறின், வானிலை ஆராய்ச்சிக்கு இலேசர் பெரிதும் பயன்படும்.

## நில அமைப்பியல்

இலேசர் நிலநடுக்க வரைவியினைக் கொண்டு நிலநடுக்கங்களைப் பற்றிய தகவல்களை அறியலாம். அவை பற்றி முன்னறிவுப்பு செய்யலாம்.

## வேதிஇயல்

குறிப்பிட்டஅலைநீளங்களைக் கொண்ட இலேசர் கதிர்களைக் கொண்டு வேதிவினைகளை உண்டாக்கி அவற்றை விரைவுப்படுத்தலாம். பெரிய கரிமக் கூறுகளில் உண்டாகும் வினைகளில், பக்க வினைகளினால் வேதிமாற்றம் போதுமானதாக இராது. ஆனால், இலேசர் கற்றை பெரிய மூலக்கூறுகளை ஒழுங்காகச் சிதையுறுமாறு விரைவுப்படுத்தித் தேவைப்படும் விளைபொருள்களைக் கொடுக்கும். வேறுபட்ட வேதி வினைகளுக்கு வேறுபட்ட அலைநீளங்கள் தேவைப்படுகின்றன. இதற்கு ஒத்திசையம் இலேசர்கள் பெரிதும் பயன்படுபவை.

## உயிரியல்

திண்ம இலேசர் பெரும்பான்மையான உயிரியல் ஆய்வுகளுக்குப் பயன்படுகிறது. உயர்ந்த செறிவுள்ள ஒளிக்கற்றை கண்ணறை அல்லது திசுவை அழிக்கவல்லது. சாயமேற்ற கட்டிகள் சாயமேற்காக் கட்டிகளேவிட அதிகம் இலேசர் ஒளியினை உறிபவை. குறிப்பிட்ட இலேசர் அலை நீளங்கள் சில நொதிகளின் செயலாக்கத்தைக் குறைக்கின்றன. சில நொதிகள் அவ்வாறு நடப்பதில்லை.

இலேசர் நுண்கற்றை கண்ணறையைத் துருவி ஆராயும் கருவியாகும். மைட்டோகாண்டிரியா முதலிய தனிக் கண்ணறையின் நுண்ணிய பகுதிகளில் இலேசர் ஒளியினைக் குவிக்கலாம்.

இலேசர் ஒளியைக் கொண்டு இரவில் விலங்குகளையும் ஆராயலாம்.

இலேசரினால் ஒரு மரபணுவை இரண்டாகத் துண்டித்து மனிதனிடத்து மரபணு மாற்றங்கள் உண்டாக்கிப் பல பயன்களைப் பெறலாம். இத்துறை மரபாக்கம் என்னும் புதிய மரபணுப் பொறியியல் துறையாகும்.

## மருத்துவம்

கடந்த காலத்தில் கண்ணிலிருந்து ஒதுங்கிய விழித்திரையினை இணைக்கவும் கட்டிகளைத் தீய்க்கவும் இலேசர்கள் பயன்பட்டிருக்கின்றன. இவை குருதி சிந்தா அறுவை ஆகும். ஏனெனில் இவற்றில் துளை செய்யப்பட்டுக் குருதிக் குழாய்கள் சிதைவடைவதில்லை. சிவப்புக்கல் இலேசரும் ஆர்கன் அயனி இலேசரும் விழித்திரைகளை மீண்டும் இணைக்கப் பயன்படுகின்றன. இதைக்கொண்டு கீறி, விழிவில்லையின் குவிதளத்தில் விழித்திரையைப் பொருத்திப் பார்வைத் தெளிவினை மேன்மை பெறச் செய்யலாம். கண் மருத்துவத்தில் ஒதுங்கிய விழித்திரையினை இலேசர் ஒளியினால் மீண்டும் விழிக் கோளத்துடன் இணைக்கலாம். இந்த ஒளி ஒரு விநாடியில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு நேரத்தில் உயிர்த்திசுவை உறையச் செய்கிறது. இலேசர் அமைக்கப் பெறுவதற்கு முன், ஒதுங்கிய விழித்திரையினை இணைக்கும் வழக்கமான முறை ஆற்றல் வாய்ந்த பிறை ஒளியைக் குவிப்பதாகும். வெளிப்படுத்தும் காலம் அதிகமாதலால், கண்ணை மறக்குமாறு செய்யவேண்டும். நொடி நேரத்தில் இலேசர் ஒளியினைக் கொண்டு அறுவை நடைபெறுவதால், மறக்கச் செய்யும் மருந்து தேவை இல்லை.

கண் அறுவைக்காக அண்மைக்காலத்தில் இலேசர் துப்பாக்கி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இது கண்ணோக்கியில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதனால் அறுவைமிக எளிதாகச் செய்யப்படுகிறது.

ஆர்கன் அயனி இலேசர்களும் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு இலேசர்களும் குருதிக்கசிவுள்ள நோயாளிகளிடம் குருதி இழப்பைக் குறைத்து, அறுவை செய்யப்பயன்படுகின்றன. கார்பன்-டை-ஆக்சைடு இலேசர்கள் கழுத்துப்பகுதியில் புற்றுநோய் உள்ள இடங்களைக் குணப்படுத்தப் பரவலாகப்

பயன்படுகின்றன. இலேசர் அறுவைக்கு மயக்க மருந்து தேவையில்லை. நீண்ட காலம் நோயாளி மருத்துவ மனையில் இருக்க வேண்டிய தேவையில்லை.

1966-இல் நீயூயார்க்கிலுள்ள சின்சின்னட்டி குழந்தைகள் மருத்துவ மனையில் இலேசர் கற்றையினைப் பயன்படுத்தி, ஒரு மனிதனின் தொடையிலிருந்து கட்டி ஒன்றினை மருத்துவர்கள் வெற்றியுடன் நீக்கினர். அறுவைக்கு 15 நிமிடமாயிற்று. கட்டியைச் சுற்றியுள்ள சிறிய குருதிக்குழாய்கள் சிதைக்கப்பட்டபோதிலும், அவற்றிலிருந்து குருதி கசியவில்லை. ஏனெனில், செறிவுமிக்க இலேசர் ஒளிக்கற்றை அவற்றைத் தீய்த்து விட்டது.

அறுவை செய்த மூவர்களில் ஒருவர் டாக்டர் தாமஸ் ஈ. பிரவுன். இதனைச் செய்வதற்கு முன்பு எலிகள், முயல்கள், நாய்கள் முதலிய பாலூட்டிகளில் பிரவுன் அறுவை செய்து வெற்றிகண்டார்.

அறுவை செய்யப்பட்ட நோயாளிக்கு வயது 50. மெலானியத் தோல் புற்றுநோய் அவருக்கு இருந்தது. வெடிப்புகளும் கட்டிகளும் அவர் உடல் முழுவதும் இருந்ததாலும், தொடையிலுள்ள கட்டிமிக நோய்வாய்ப்பட்டிருந்தது. அது அறுப்பதற்கு வசதியான இடத்திலும் இருந்தது. எனவே, அது அறுவைக்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டது. பெல் ஆய்வுக் கூடம் உருவாக்கிய ஆர்கன் இலேசர் அறுவைக்குப் ப்யன்பட்டது. டாக்டர் பிரவுன் கருத்துப்படி கல்லீரல், மண்ணீரல், மூளை முதலிய உள்ளுறுப்புகளைக் குருதியின்றி அறுக்கவும் இலேசரைப் பயன்படுத்தலாம்.

1965-இல் சிதையும் பல்குழிகளை அழிக்க, இலேசர்கற்றை நியூயார்க்கில் சின்சின்னட்டி மருத்துவமனையில் பயன்பட்டது. அதனைத் துல்லியமாகக் குவித்தபொழுது ஒரு பல்லின் சிதைந்த பகுதிகள் அதை உறிஞ்சின. ஒவ்வொரு வெடிப்பும் ஒரு மில்லி செகண்டு நேரமே இருந்ததால், பல் வெப்பமடையவில்லை. பற்சிப்பியும் வெப்பங்கொள்ளவில்லை. நோயைக் குணப்படுத்துவதை விடத் தடுப்பதே மேல். பற்சிப்பியினை மெருகு ஏற்றலாம். அது பல்லினுள் குழிவிழுவதைத் தடுக்கும்.

1972-இல் இஸ்ரேல் மருத்துவர்கள் 33 மனித அறுவைகளை இலேசரைக் கொண்டு செய்தனர். புற்றுநோய் உறுப்புகளை நீக்கவும் இது பயன்படும். குருதிக் கசிவு இல்லாததால். புற்றுநோய் அணுக்கள் குருதி ஓட்டத்துடன் கலக்கா இருப்பினும், இதில் குணமாகும் காலம் அதிகமாகும்.

கண், மூக்கு ஆகிய உறுப்புகளுக்கு அருகிலுள்ள மெலிந்த எலும்புகளைத் துளையிடவும் இலேசர் கற்றை பயன்படுகிறது. சுருங்கக் கூறுமிடத்து, மருத்துவர் கைக்கத்தியாகவும் நோயாற்றும் கருவியாகவும் இலேசர் விளங்குகிறது.

பல அடுக்கு எக்ஸ்கதிர்ப் படங்களில் முப்பருமப் படங்களை உருவாக்க இலேசர் பயன்படுகிறது. இதனால் நோயுறுப்புகளைப் படம் எடுத்து, நோயின் தன்மையினை எளிதில் அறிய இயலும்.

இலேசர் அறுவையில் தொடர்ந்து ஆராய்ச்சி நடந்த வண்ணம் உள்ளது. இதன் நோக்கம் இலேசரின் பண்புகளை அறிவதும், அவற்றை அறிவார்ந்த முறையில் மருத்துவத்தில் பயன்படுத்துவதுமாகும்.

# 10. இலேசரின் தொழில் நுணுக்கப் பயன்கள்

அறிவியல் பயன்களைவிடத் தொழில் நுணுக்கப் பயன்களே அன்றாட வாழ்வில் அதிகம் பயன்படுபவை. இறுதியாக, இவ்வியலில் இலேசரின் பலவகைத் தொழில் நுணுக்கப் பயன்களைப் பற்றிக்காண்போம்.

## வழியறிதலும் எல்லை காணுதலும்

உயரிய திசைப்பண்பு, ஒற்றை அலைத்தன்மை, குறுகிய விரிவு ஆகியவை இலேசர் கற்றையின் சீரிய பண்புகள். இவை வழியறியவும் எல்லை காணவும் பயன்படுகின்றன. இலேசரைப் பயன்படுத்தி 15செ.மீ. துல்லியத்திற்குத் திங்களின் எல்லைகண்டறியப்பட்டுள்ளது. இதனால் அப்பல்லோ கப்பல் திங்களில் இறங்க முடிந்தது. இலேசர் கற்றையினைக் கொண்டு செயற்கை நிலாக்களை வழியறியவும் முடிகிறது.

## அளவியல்

அதிக அளவுத் துல்லியத்துடன் பல நூறு மீட்டர் நீளத்தை இலேசர் கற்றையினைக் கொண்டு அளக்கலாம். உயரிய துல்லியம் வாய்ந்த எந்திரக்கருவிகளின் இயக்கங்களை நுணுக்கமாக அளக்கவும் இதனைப் பயன்படுத்தலாம்.

ஒளியின் நிலையான விரைவு ஒருவிநாடிக்கு 1,86,000 மைல். இதனைப் பயன்படுத்திச் சிறிய மாற்றங்களையும் இலேசர் ஏற்படுத்த வல்லது. ஓர் ஊர்தியின் விரைவினையும் ஒரு பாகையில் ஒன்றரை இலட்சத்தில் ஒரு பங்கு அளவுக்கு இது துல்லியமாக அளக்ககூடியது.

## அழிப்பான்

மின் தட்டச்சுகளில் இலேசர் அழிப்பானைப் பொருத்தித் தவறாகத் தட்டச்சு செய்யப்பட்ட எழுத்துக்களை அழிக்கலாம். தாளில் எவ்விதக் குறையினையும் ஏற்படுத்தாமல், இலேசர் கற்றைகள் தட்டச்சுமையினை வெப்ப ஆற்றலால் அழிக்கும். காற்பங்குக் கலோரிவெப்பமுள்ள ஒளிக்கற்றை இதற்குப் பயன்படுகிறது.

## பெயர் பொறித்தல்

உலோகங்கள், பிளாஸ்டிக்குகள் முதலியவற்றில் பெயர் பொறிக்கவும், எண்ணிடவும், வெட்டுதல், இணைத்தல் முதலிய வேலைகளைச் செய்யவும் தானியங்கு இலேசர் பயன்படுகிறது. இது திண்ம அல்லது வளி இலேசரே.

கட்டுப்படுத்தப்படும் கணிப்பொறியில் எண்ணுள்ள எழுத்துக்கள் அகரவரிசையில் நிரல்படுத்தப்படுகின்றன. பலகையிலுள்ள சாவிகளை அழுத்துவதன் மூலம் அல்லது தாள் நாடாமூலம் தேவையான தட்டச்சுச் செய்தி உள் அனுப்பப்படுகிறது.

பெயர் பொறித்தல், ஒய்ஏஜி திண்ம இலேசரால் நடைபெறுகிறது. இதில் ஒளி விலகு தொகுதி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. தவிர, இரு ஆடிகளும் உள்ளன. இலேசர் ஒளிக்கற்றை எழுத்துகளை வேலைத் துண்டுகளாக எரிக்கிறது. இதனால் ஏற்படும் பெயர்ப்பொறிப்பு நிலையாக இருக்கும். இதுவே இலேசர் அச்சுக்கோவை ஆகும்.

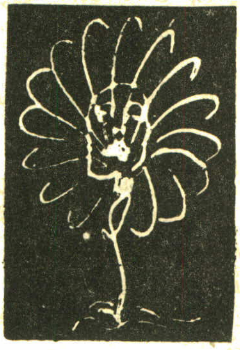
பிளாஸ்டிக்குள், உலோகங்கள் ஆகியவற்றை வெட்டுவதற்கும் இணைப்பதற்கும் அதிக ஆற்றலுள் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு இலேசர் பயன்படுகிறது.

## இலேசர் காட்சி

இது மக்கள் மகிழ வாணிப அளவில் நடைபெறுகிறது. இக்காட்சி 1971-இல் லாஸ் ஏஞ்சலில் தொடங்கியது. இதனை 35 இலட்சம் மக்களுக்கு மேல் கண்டு களித்துள்ளனர்.

கோஸ் காட்சியகத்திரையில் ஒளிர்வான வெளிக்கோட்டு உருவங்கள் தோன்றிக் காண்போரை மகிழ்விக்கும். இதுவே இலேசர் காட்சி.

இக்காட்சி கிரிப்டான் இலேசரால் நடைபெறுகிறது. இதிலிருந்து வெள்ளொளி முப்பட்டைக்கண்ணாடிக்குச் செல்லுகிறது. வெளியேறும் ஒளி நான்கு நிறங்களாகப் பிரிகிறது. அவை நீலம், சிவப்பு, மஞ்சள், பச்சை என்பனவாகும். இரு கணிப்புப் பொறிகளால் இது கட்டுப் படுத்தப்படும்.



லேசர் காட்சி

ஆடிகளால் ஒவ்வொரு நிறமும் காட்சியாகத் திரையில் மறிக்கப்படுகிறது. அப்பொழுது உருவங்கள் கண்ணுக்கு நன்கு தெரியும். ஒரு விநாடிக்கு 20 தடவைகளுக்கு மேல் வரை படங்கள் வழியாக ஒளியை விரைவாக ஆடிகள் செலுத்துவதால், அவை நிலையான உருவங்களாகக் காண்பவருக்குத் தெரியும்.

## பொருள்களை ஆக்கல்

செறிவு மிக்கது இலேசர் ஒளி. ஆகவே, அது வயிரம், குருத்தக்கல், தனிவகை உலோகக் கலவைகள், எளிதில் உருகாத பொருள்கள், தேய்ப்புப் பொருள்கல் முதலிய மிகக் கடினமான பொருள்களை வெட்டவும், வடிவப்படுத்துவும், துளையிடவும் பயன்படுகிறது. வழக்கத்திலுள்ள கருவிகளைக்கொண்டு இச்செயல்களைச் செய்ய இயலாது.

காட்டாக, மாஸ்கோ ஆராய்ச்சி நிறுவனம் இலேசர் துளையிடும் எந்திரத்தை உருவாக்கியுள்ளது. 0.1 விநாடியில் கம்பிஇழுக்கும் வயிர அச்சுகளை இதனைக்கொண்டு துளையிடலாம். நொறுங்கும் பொருள்களிலும் இது துளையிட வல்லது.

பிரிட்டிஷ் நிறுவனம் ஒன்று இலேசர்-ஆக்சிஜன் உலோக வெட்டும் எந்திரத்தை உருவாக்கியுள்ளது. இதனைக்கொண்டு எவர்சில்வர், டிட்டானியம் முதலிய உலோகங்களை வெட்டலாம். நேர்த்தியான ஒளிக் குவிப்பு இருப்பதால், இலேசர், உலோகங்களைத் துல்லியமாகவும் துப்புரவாகவும் வெட்டுகிறது.

திட்டப்படுத்தப்பட்ட இலேசர் வெட்டியைக் கொண்டு தோல், துணி, எஃகு, மரம், பிளாஸ்டிக், அட்டை, மட்பாண்டங்கள் முதலிய பொருள்களையும் வெட்டலாம்.

சுழலும் பகுதிகளிலிருந்து தேவைக்கு அதிகமுள்ள உலோகத்தை நேரடியாக நீக்குவதால், துல்லியப் பொறி நுட்பங்களை விரைவாகச் சமன்செய்ய இலேசர் உதவுகிறது.

ஒரு விநாடியில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு நேரத்திற்கு இலேசர் துடிப்பைக் கட்டுப்படுத்த இயலுமாதலால், நுண்

இணைப்புகளுக்கும் பற்றவைப்பு வேலைகளுக்கும் அழகு படுத்தும் வேலைக்கும் அதனைப் பயன்படுத்த முடிகிறது.

## முப்பருமக் கோலவியல்

குறுக்கீட்டு விளைவுகளில் முப்பருமப்படத்தை உருவாக்கலாம் என்னும் கருத்தை 1947-இல் முதன் முதலில் உருவாக்கியவர் பிரிட்டிஷ் அறிவியலார் டென்னிஸ் கேபர். ஆனால், இலேசர் வந்த பின்பே உயர் தன்மையுள்ள முப்பருமக் கோலவியல் உருவாகமுடிந்தது.

இது புதிய புகைப்பட நுணுக்கமாகும். இதற்குப் பொருளருகு வில்லைகள் தேவை இல்லை. பொருளிலிருந்தும் ஆடியிலிருந்தும் மறிக்கப்பட்ட ஒளிக்கற்றைக்கு நடுவே, குறுக்கீட்டுக்கோலம் ஒளிப்படப் பொருளில் இதில் பெறப்படுகிறது. இக்குறுக்கீட்டுக் கோலத்திற்கு **முப்பருமக் கோலன்** என்று பெயர். இது சாதாரணபப்புகைப்பட மூலத்திற்குச் சமமானது.

இப்பொழுது முதல் ஒப்பீட்டுக்கற்றையின் அதிர்வெண் கொண்ட இலேசர் ஒளிக்கற்றை, முப்பருமக் கோலன் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டு ஒளிப்படத்தட்டில் விழுமாறு செய்யப்படு வதால், பொருளின் உண்மையான முப்பரும உருவம் மீண்டும் உருவாகிறது.

ஒரு தனி முப்பருமக் கோலனில் பல உருவங்களைப் பதிவு செய்யலாம். மீண்டும் இவற்றை உண்டாக்கும்போது அவை ஒன்றுடன் மற்றொன்று குறுக்கிடுவதில்லை. ஆக, மிகக் குறுகிய இடத்தில் செய்திகளை ஒளிச்சேமிப்பு செய்யவும் சிறந்த கருவியாக முப்பருமக் கோலன் உள்ளது. இச்செய்தினை மீண்டும் திரிபுக் குறைவுடன் உண்டாக்கலாம்.

கேளிக்கையிலும், தொழில் துறையிலும், இலேசர் ஒளிக்காட்சிகளிலும் முப்பரும நுண்பெருக்கி இயல் வியத்தகு விளைவுகளை உண்டாக்கும். முப்பரும நிறத் தொலைக்காட்சியும் திரைப்படமும் எதிர்காலப் பயன்களாகும்.

## செய்திப்போக்குவரத்து

வெற்றிடக்குழாய், டிரான்சிஸ்டர் ஆகியவை மின்னோட்டத்தைப் பெருக்குபவை. ஆனால், இலேசர், வானொலி அலைகள் அல்லது ஒளியலைகளைப் பெருக்கும் முதல் கருவியாகும். வானொலி அலைகள், தொலைக்காட்சி அலைகள், ரேடார் அலைகள் போலவே, ஒளி அலைகளயும் இலேசர் பயன்படுத்துகிறது.

மின்காந்த அலைகளின் அதிர்வெண் அதிகமானால், அலைநீளம் குறைந்து செய்தி தாங்கும் திறன் அதிகமாகும். இலேசரை அதிர்வெண் ஏற்றியாகப் பயன்படுத்திச் செய்திகளைக் கொண்டு செல்லுமாறு செய்யலாம்.

நம் நாட்டில்டிராம்பேயிலுள்ள அணு ஆற்றல் நிறுவனத் தின் மின்னணுத் துறையினர் கேலியம் அர்சனைடு செய்தித் தொடர்பு இலேசரை அமைத்துள்ளனர். டிராம்பேயிலுள்ள செலுத்திக்கும் டாட்டா அடிப்படை ஆராய்ச்சி நிறுவனத்திலுள்ள பெறுவிக்கும் இடையே 20 கி.மீ. தொலைவில் இச் செய்தித் தொடர்பு நிலைநாட்டப்பட்டது. இதனால் இவ்விருநிறுவனங்களுக்கிடையே இலேசர் செய்தித் தொடர்பு இணைப்பு நிலையாக ஏற்பட வாய்ப்புஏற்பட்டுள்ளது..

ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருத்துப்படி, உலகில் எப்பகுதியிலும் நடைபெறும் தொலைபேசி உரையாடல்கள், தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சிகள், வானொலி நிகழ்ச்சிகள் ஆகிய எல்லாவற்றையுமே ஒரே சமயத்தில் ஓர் இலேசர் கற்றை அனுப்ப இயலும். வானொலி பேசிகளில் ஒலியும் தொலைக்காட்சிக் குழாய்களில் படங்களும் உண்டாகும். இலேசர் மின்மாற்றி, ஒளி அலைகளை மின்னோட்டமாக மாற்றுகிறது.

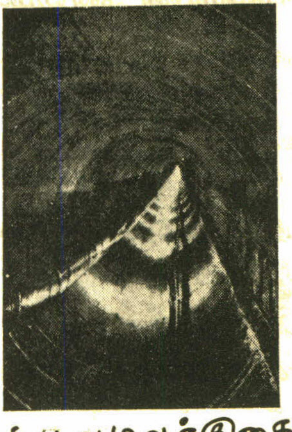
15,000 அடி உயரத்தில் ஒவ்வொரு 100 கல்களுக்கும் இடையே பலூன்களை வரிசையாக அமைத்து உலகச் செய்திப் போக்குவரத்துச் சிக்கலைத் தீர்க்கலாம். நில நிலாக்களைப் பயன்படுத்துவதை விட இது சிக்கனமானது. ஒரு பலூனிலிருந்து மற்றொரு பலூனுக்குச் செல்லும் இலேசர் ஒளிக்கற்றைகள் ஆயிரக்கணக்கில் புதிய தொலைபேசி வழிகளையும் தொலைக்காட்சி வழிகளையும் அளிக்கும். பலூன்களுடன் இணைக்கப்பட்ட கம்பிகள், வழியறி தொகுதி, இலேசர் ஆகியவற்றிற்கு வேண்டிய ஆற்றலை அளிக்கும்.

தவிரப் பின்வரும் பயன்களையும் இறுதியாகக் குறிப் பிடலாம்.

1. உந்துகளில் எரிபொருள் செலவினைக் குறைக்க இலேசர் உதவும்.
2. உந்து விபத்துகளைக் குறைக்க இலேசர் செலுத்தியினை உந்துவண்டியில் பொருத்தலாம்.
3. எதிரிகளின் எறிபடைகளுக்கு அது சாவுக்கதிராக அமையும்.
4. சிமெண்ட் கலவை இல்லாமல், கற்களை இலேசர் ஒளியில் உருக்கி இணைத்துக்கட்டடங்கள் கட்டலாம்.
5. மலையில் இருப்புக் குகைப்பாதை அமைக்கத் துளையிடும் எந்திரங்கள் தேவை. இவற்றை இயக்க இலேசர் பயன்படுகிறது.

## அம்பு வடிவக்குகை

இந்த குகை 1.5 மைல் நீளமுள்ளது. குறுக்களவு 21 அடி. குகை வடிவமைப்பு எந்திரம் இலேசர் ஒளிக்கற்றையினால் இப்பணியைச் செய்து முடித்தது. பாறை வெட்டும் எத்திரத்தைக் காட்டிலும் மிக விரைவாக இப்பணியை இந்த எந்திரம் செய்தது.



அம்பு வடிவக்குகை

## இலேசர் அச்சியற்றல்

இதனை ஒளி அச்சுக்கோவை எனலாம். அச்சுத் தொழில் நுணுக்க இயலில் அண்மையில் ஏற்பட்ட மிகப் பெரிய புரட்சி இது. அச்சுத் தொழிலில் இன்று அன்றாட நடைமுறையாகிவிட்டது, மறுதோன்றி அச்சியற்றுதலுக்குச் சரியான மாற்று, ஆகுமிது அச்சியற்று கருவியமைப்பு மூலம் அச்சுக்கோவை நடைபெறுவது. அச்சுக்கோவையை உரிய அளவுக்குச் சுருக்கிச் செய்து, அதனை அச்சியற்றுவது போலவே அச்சுப்படி எடுக்கலாம்.

## இலேசர் அச்சியற்றி

ஒளிக்கோவை அச்சியற்றி, ஒளிக்கோவையாக்கி என்று சுருக்கலாம். இது ஒரு கருவியமைப்பு. கணிப்பொறியில் இருந்து சொல், படம் முதலயவற்றை அச்சியற்றுவது. இலேசரால் உண்டாக்கப்படும் மின் துடிப்புகளின் உருவை வீழ்த்துவதன் மூலம், இவ்வாச்சாக்கல் நடைபெறுகிறது. ஒளிப் பட நகல் எடுப்பது போலப் படிகளை இது எடுப்பது. ஒரு தனி ஆள் கையில் அமையும் தொழில் நிலை அச்சகம் என்று கூறலாம். அச்சுகோவை மட்டும் இதில் நடைபெறுவது. அச்சடிப்பது வழக்கம் போல் மறுதோன்றி அச்சியந்திரத்தில் நடைபெறுவது.

## ஒளியச்சுக்கோவையின் நன்மைகள்

1) எழுத்துகள் கையால் கோக்கப்படாமல் கணிப்பொறி மூலம் தட்டச்சு செய்யப்படுவது. ஆகவே, விரைவு அதிகம்.

2) அச்சுக்கோப்பாளர்களுக்கே வேலை இல்லை. அச்சுகோவையாளர்கள் குறைந்த அளவில் இருந்தால் போதும்.

3) அச்சுபதிவு தெளிவாக இருக்கும்.

4) எழுத்துகள் மற்றும் இடைவெளிப் பொருள்கள் தூக்குவதற்கே இடம் இல்லை.

5) தட்டச்சு செய்பவரின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்ப அதிகப் பக்கங்கள் தட்டச்சு செய்யலாம்.

6) நூல் அச்சிடுவதற்கு இது ஒரு வரப் பிரசாதம்.

7) திருத்துவதற்குரிய அச்சுப்படியே அச்சியற்றியது போல் இருக்கும்.

8) அச்சுக்கோவை கையில் இருப்பதால் மறுபதிப்பு மிக விரைவில் கொண்டுவரலாம்.

9) ஒரு சிறு அறை போதுமானது.

10) பழைய முறை அச்சுவார்ப்பு இதில் இல்லை.

## கடத்துகுறிப்பிகள்

இவை ஆற்றல் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகளில் இருப்பவை. டியூபான் சைட்டல் நைலான் பிசினிலிருந்து செய்யப்படுபவை. இப்பிசினின் நிறமிலேயே இவை அச்சிடப் படுகின்றன. இப்பிசின் நியான் மஞ்சள் நிறத்தில் இருக்கும். அயல் நாட்டு வெயில்டுமுல்லர் என்னும் நிறுவனம் இதை 1992 இல் அறிமுகப்படுத்தியது. இக்குறிப்பிகள் நிலையான பாதுகாப்பு அமைப்பை பெற்று இருக்கும்.

## ஒலி-ஒளித்தட்டு

நெருங்கமைதட்டு என்பது மெல்லிய தகடுகள் கொண்ட ஒலித் தட்டு. இதன் மூலம் சிறந்த முறையில் இசை கேட்கலாம்.

இலேசர் தட்டு என்பது ஒளித்தட்டு. இது ஒரு நுண் பேழை. இதற்குரிய போட்டுப் பார்க்கும் பெட்டி மூலம் திரைப்படங்களைப் போட்டுத் கண்டுகளிக்கலாம். இப்பெட்டியின் விலை ரூ.30,000. இது 33 மிமீ இசைத் தட்டு அளவில் விற்பனைக்கு வந்துள்ளது. ஒரு தட்டின் விலை ரூ 2000, போகப் போக இவ்விலை குறையும். இதுவரை ஆங்கிலப் படங்களே அதிகம் வந்துள்ளன. அடுத்து இந்திப் படங்கள், தமிழில் விரைவில் வெளி வரும்

## புரோலேஸ் 3015

இது மூவச்சு கொண்ட இலேசர் எந்திரம். இதில் கரி இரு ஆக்சைடு இலேசர் பயன்படுகிறது. பொருள்களைத் துண்டிக்க, துளையிட, பற்ற வைக்கப்பயன்படுவது. பங்களூர் எச்எம்டி உருவாக்கி 1993 இல் பயனுக்கு வந்தது. மரம், பிளாஸ்டிக், தோல், உலோகம் முதலிய எல்லாப் பொருள்களையும் இதைக் கொண்டு முறையாக்கலாம்.

## வரம்பும் வாய்ப்பும்

*1960* இல் இலேசர் உருவானது. அதற்குப்பின் அதன் குறிப்பிடத்தகுந்த வளர்ச்சி அறிவியலிலும் பொறியியலிலும் வியத்தகு முன்னேற்றத்தை உண்டாக்கியுள்ளது. இதனால் புதிய கருத்துக்களும் கருவியமைப்புகளும் நுணுக்கங்களும் உருவாகியுள்ளன. கருத்துக்கு நீளச்சார்பிலா ஒளி இயலும், கருவியமைப்புக்கு ஒத்திசையம் இலேசரும், நுணுக்கத்திற்கு முப்பருமக் கோலவியலும் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகள்.

இலேசருக்கு நிறைந்த வாய்ப்புகள் இருப்பினும் அவ்வாய்ப்புகளுக்குரிய வரம்புகளும் உள்ளன. டிரான்சிஸ்டரைப் போன்று இலேசர், தொழில் துறையில் உச்ச நிலையை அடையவில்லை. அறிவியலும் தொழில் நுணுக்க இயலும் கைகோத்துச் செல்லாததே இதற்குக் காரணமாகும். இலேசர் அறிவு, தொழில் நுணுக்கம் ஆகிய இரண்டிற்குமிடையே அகன்ற இடைவெளி உள்ளது. இதற்குப் பொருளியல் தடையும் தொழில் நுணுக்கச் சிக்கல்களும் காரணங்களாகும். இத்தடைகள் நீங்கின், டிரான்சிஸ்டரைப் போன்று அதுவும் அன்றாட வாழ்வில் அதிகம் பயன்படும் என்பதில் அட்டியில்லை.

இலேசரின் அளப்பரிய ஆற்றல் இன்னும் விரிவாக அறியப்பட வேண்டிய நிலையிலேயே உள்ளது. இருப்பினும் அடுத்த பத்தாண்டுகளில் அவை நிறை வேற்றப்படலாம். அப்பொழுது இணையற்ற இலேசரிலிருந்து அளவிலா நன்மைகளை நாம் பெறலாம்.

## கலைச்சொற்கள்

Abrasive - தேய்ப்புப்பொருள்
Absorption - உட்கவரல்
AC - ஏசி : இருதிசை மின்னோட்டம்
Active medium - வீறுமிகு ஊடகம், ஊடுபொருள்
Advanced technical knowhow - முன்னேறிய தொழில் நுட்ப அறிவு
Amplifying mechanism - பெருக்குவிசையம்
Angstrom - ஆங்கஸ்ட்ராம்
Application - பயன்
A. scientific - அறிவியல் பயன்
A. technological - தொழில் நுட்பப்பயன்
APT - ஏபிடி: தானியங்குபடச்செலுத்துகை
Ar - ஆர்கன்
Arc light - பிறைஒளி
Arrow straight tunnel - அம்புவடிவக்குகை
Attenuation - செறிவொடுங்கல்
Automatic labelling device - தானியங்குபெயரிடு கருவி
BARC - பார்க்: பாபா அணு ஆராய்ச்சிமையம்
BHEL - பெல்: பாரத கனமிகுதொழிலகம்
CGCRI - சிஜிசிஆர்ஐ : மையக்கண்ணாடி வனைபொருள் ஆராய்ச்சி நிலையம்
Campton effect - கேம்டன் விளைவு
Carrier frequency - ஏற்றி: ஊர்தி அதிர்வெண்

| | |
|---|---|
| CISL | - சிஐஎஸ்ஏல்: மையக் கருவிப்பணி ஆய்வகம், இந்திய அறிவியல் நிலையம் சார்ந்தது. |
| Coating | - பூச்சு |
| Coherent beam | - ஒருங்கிணைந்த கற்றை |
| Colour printer | - நிறப்படி அச்சியற்றி |
| Complex state | - கலவை நிலை |
| Communication | - செய்தித்தொடர்பு |
| Compact disc | - நெருங்கமைதட்டு |
| Computer | - கணிப்பொறி |
| Conductor marker | - கடத்துகுறிப்பி |
| Constant | - மாறிலி |
| CW | - சிடபுள்யூ: தொடர் அலை |
| DC | - டிசி : ஒரு திசை மின்னோட்டம் |
| Deck | - போட்டுப் பார்க்கும் பெட்டி |
| Demodulator | - பண்பிறக்கி |
| Dielectric reflector | - மின்தடை மறிப்பான் |
| Doppler effect | - டாப்ளர் விளைவு |
| Double pass | - இரட்டித்த தடவை |
| Effect | - விளைவு |
| Efficiency | - இயங்குதிறன், பயனுறுதிறன் |
| Electric typewriter | - மின்தட்டச்சுப்பொறி |
| Electrode | - மின்வாய்கள் |
| Electron | - மின்னணு, மின்னியன் |
| Electronics | - மின்னணு இயல், மின்னியனியல் |
| Electronics, micro | - நுண்மின்னணு இயல் |
| Electronic ear | - மின்னணுச்செவி |
| Elevation angle | - உயர்ச்சிக் கோணம், ஏற்றக் கோணம் |
| EMF | - ஈஎம்எஃப், மின்னியக்கு விசை |

Endurance - உழைப்பு
Eraser - அழிப்பான்
eV - எலக்ட்ரான் ஓல்ட்
Excimer laser - கிளர்படிய இலேசர்
Fibre optic laser technique - இழைஒளி இலேசர் நுட்பம்
Firing rate - இயங்குவீதம்
Fluorescence studies - ஒளிர்வு ஆய்வுகள்
Fourier speckle technique - போரியர் துகள் நுட்பம்
Free - கட்டிலா
Frequency tuning - அதிர் வெண்ஒத்திசைவு
Fusion energy - பிணைப்பு ஆற்றல்
Gene - மரபணு
Genetic engineering - மரபாக்கம், மரபணுப் பொறியியல்
Geology - புவிவளரியல், நில அமைப்பியல்
Geophysics - புவிஇயற்பியல்
Gyroscope - சுழலி
Harmonics - சீரிசை
High beam quality - உயர்கற்றைப் பண்பு
High temperature plasma - உயர்வெப்ப நிலைக்கணிமம்
Holographic microscopy - முப்பருமக்கோல நுண்பெருக்கி இயல்
Holography - முப்பருமக்கோலஇயல்
Idealized coupling - கருத்துடன் அமைக்கப்பட்ட இணைப்பு

IISC - ஐஐஎஸ்சி: இந்திய அறிவியல் நிறுவனம்

IIT - ஐஐடி : இந்தியத் தொழில் நுட்ப நிறுவனம்

Incident beam - படுகற்றை

Infrared laser light - அகச் சிவப்பு இலேசர் ஒளி

Infrared photon - அகச்சிவப்பு ஒளியன்

Inplane displacement - உட்தல இடப்பெயர்ச்சி

Input energy - உட்பாட்டு ஆற்றல், உள்வரு ஆற்றல்

Integral multiple - முழுஎண்மடங்கு

Intensity - செறிவு

Interaction - இடைவினை

Interferometry - குறுக்கீட்டு அளவியல்

IRDE - இர்டி

LASER - இலேசர் : கதிர்வீச்சுக் கிளர்வு வெளியேற்றத்தால் உண்டாகும் ஒளிப்பெருக்கம்.

Laser accessories - இலேசர் துணைப்பகுதிகள்

Laser beam - இலேசர் கற்றை

Laser cane - இலேசர் பிரம்பு

Laser colour printer - இலேசர் நிறப்படி எடுப்பான்

Laser communication - இலேசர் செய்தித் தொடர்பு

Laser composing - இலேசர் அச்சுக்கோப்பு

Laser demodulator - இலேசர் பண்பிறக்கி

Laser disc - இலேசர் தட்டு

Laser efficiency - இலேசர் இயங்குதிறன்

Laser fusion - இலேசர் பிணைப்பு

Laser gun - இலேசர் துப்பாக்கி
Laser gyroscope - இலேசர் சுழலி
Laser holography - இலேசர் முப்பருமக்கோலஇயல்
Laser light - இலேசர் ஒளி
Laser microscope - இலேசர் நுண்ணோக்கி
Laser principle - இலேசர் நெறிமுறை
Laser printing - இலேசர் அச்சியற்றல்
Laser printer - இலேசர் அச்சியற்றி
Laser profiling - இலேசர் வடிவாக்கம்
Laser pump - இலேசர் எக்கி
Laser ranger finder - இலேசர் எல்லைக்காணி
Laser seismograph - இலேசர் நிலநடுக்க வரைவி
Laser semi Conductor - இலேசர் அரைக்கடத்தி
Laser speckle photographic technique - இலேசர் துகள் ஒளிப்பட நுட்பம்
Laser spectroscopy- இலேசர் நிறமாலைஇயல்
Laser structure - இலேசர் அமைப்பு
Laser technology - இலேசர் தொழில்நுட்பஇயல்
Laser terminology - இலேசர் கலைச்சொல்
Laser transistions - இலேசர் மாறுநிலைகள்
Laser, tunable - ஒத்திசையம் இலேசர்
Laser wave length - இலேசர் அலை நீளம்
Laser weight - இலேசர் எடை
LIDAR - லிடார்: ஒளி எல்லை காணுதலும், கண்டறிதலும்
Manipulation - கையாளல்

Manufacturing skill - உற்பத்தித் திறன்

MASER - மேசர்:கதிர்வீச்சுக்கிளர்வு வெளியாற்றத்தால் உண்டாகும் நுண்ணலைப்பெருக்கம்

Material fabrication - பொருளாக்கம்

Maximum theoretical geometrical coupling efficiency - உயர்வரைக் கொள்கை நிலைக் கணக்கு வடிவ இணைப்புத்திறன்

Megawatt - மெகாவாட்

Meteorology - வானிலைஇயல்

MeV - மெகா மின்னணு அழுத்தம்

MHZ - மெகா ஹெர்ட்ஸ்

Microwelding - நுண் இணைப்பு, பற்ற வைப்பு

Monochromatic - ஒற்றை அலைநீளம்

MTF - எம்டிஎஃப்

MW - எம்டபுள்யூ : நடுஅலை

Nanosecond - நேனோ செகண்டு

NCST - என்சிஎஸ்டி : அறிவியல் தொழில் நுட்பத் தேசியக்குழு

Negative - படிமூலம்

Neutron - அல்லணு

Noble gas - பெருமித வளி

Non-linear optics phenomena - நீளச் சார்பிலா ஒளிநிகழ்ச்சிகள்

Non-linear optics - நீளச்சார்பிலா ஒளிஇயல்

NPL - என்பிஎல்: தேசிய இயற்பியல் ஆய்வகம்

Nylon resin - நைலான் பிசியன்

Optical component - ஒளி இயல்பகுதி

Optical pumping - ஒளிப்பாய்தல்
Optical tolerance
technique - ஒளி இணக்க நுட்பம்
Output energy - வெளிப்பாட்டு ஆற்றல், வெளிவரு ஆற்றல்
Output frequency - வெளிப்பாட்டுக் கதிர்வீச்சு
Oxygen - உயிர்வளி, ஆக்சிஜன்
Parallel beam - ஒரு போக்கு ஒளிக்கற்றை
Parallelism
difference - ஒருபோக்கு வேறுபாடு
Parameters - சுட்டளவுகள்
Photon - ஒளியன்
Physical theory - இயற்பியல் கொள்கை
Pitch - உரப்பு
Plasma - கணிமம், பிளாஸ்மா
Polarisability - முனைப்படுதிறன்
Polarization - முனைப்படுதல்
Polarising filters - முனைப்படு வடிக்கட்டிகள்
Polarity
direction of - முனைப்படு திசை
Possibility - வாய்ப்பு, நிகழ்தகவு
Postmortem - இறப்பு அறுவை
Precision - துல்லியம்
Process - செயல்முறை
Programme - நிகழ்ச்சி,நிகழ்வரை
Programmed laser
cutting - நிகழ்வரை இலேசர் வெட்டு
Programmer - நிகழ்ச்சி அமைப்பாளர், நிகழ்வரைவாளர்
Pulse repetition
frequency - துடிப்பு மீள் அதிர்வெண்
Pumping light - பாய்ஒளி
Quantum - குவாண்டம், சிப்பம்
Q. Electronics - சிப்ப மின்னணுஇயல்
Q.generator - சிப்பப் பிறப்பி

RADAR - ரேடார்: வானொலிஎல்லைக்காண லும் கண்டறிதலும்
Radiation - கதிர்வீச்சு
Range finder - எல்லைக்காணி
Reactor - அணுஉலை
Receiver - பெறுவி
Reference pulse - பார்வைத்துடிப்பு
'Relief map - மேடுபள்ளப் படம்
Resolution - பகுப்பு, பிரிவு
Resonance - ஒருங்கியைவு
Resonator - ஒருங்கியைவி
Sag - தொய்வு
Saturable filters - நிறைவுநிலை வடிகட்டிகள்
Search light - துருவு விளக்கு
Seismograph - நிலநடுக்க வரைவி
Semiconductor - அரைக்கடத்தி, ஒருவழிக்கடத்தி
Shot - சுடுவு
Signal - குறிபாடு
Slope efficiency - சரிவுத்திறன்
Special multiplexing- இடப்பெருக்கம்
Spontaneous emission - தன்னிகழ் உமிழ்வு
SSPL - எஸ்எஸ்பிஎல்: திண்மநிலை இயற்பில் ஆய்வகம்
TEA - டீ: குறுக்குவாட்டுத்தூண்டு வளியழுத்தம்
Technology - தொழில்நுட்பஇயல், தொழில் நுணுக்க இயல்
Theodolite - தளமட்டமானி

Theory of slimulated emission - தூண்டு உமிழ்வுக் கொள்கை, கிளர்வு வெளியேற்றக் கொள்கை
Thermo nuclear synthesis - வெப்ப அணுத்தொகுப்பு
Trace impurities - சுவடுமாசுகள்

| | | |
|---|---|---|
| Transmission | - | செலுத்துகை |
| Transmitter | - | செலுத்தி |
| Triggering voltage | - | விசைப்பு மின்னழுத்தம் |
| Tunable | - | ஒத்திசையும் |
| Turbulence | - | கொந்தளிப்பு |
| TV | - | தொலைக்காட்சி |
| TW | - | மில்லியன் மில்லியன் வாட்டுகள் |
| UGC | - | யூஜிசி : பல்கலைக்கழக மான்ய ஆணையம், ஆணைக்குழு |
| UM | - | மைக்ரோமீட்டர்கள் |
| Unison | - | இசைவுநிலை |
| UV | - | யூவி : புறஊதா |
| Vibration rotation levels | - | அதிர்வுச் சுழற்சி மட்டங்கள் |
| Video | - | உரு, உருக்காட்டி |
| VSSC | - | விஎஸ்எஸ்சி : விக்ரம் சரபாய் வான வெளி மையம் |
| VUV | - | வியுவி |
| Watt | - | வாட் |
| Work piece | - | வேலைத்துண்டு |
| Xe | - | செனான் |
| XUV | - | எக்ஸ்யூவி |
| YAG | - | ஒய்ஏஜி : எட்ரியம் அலுமினியம் கார்னட் |

# சில இலேசர்களும் அவற்றின் பண்புகளும்

| வீறுமிகு ஊடகம் | வகை | துடிப்புக் காலம் | ஆற்றல் | அலைநீளம் | ஆண்டு | ஒளிப்பாய்வு |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. சிவப்புக்கல் | படிகம் | 20 என் வினாடி | 10 நடு அலை | 694 என்மீ | 1960 | விளக்கு |
| 2. ஈலியம் நியான் | வளி | சிடபுள்யூ | 3 மெகாவாட் | 633 என்மீ | 1960 | மின்னிறக்கம் |
| 3. நியோடைமியம் | ஆடி | 40 பி வினாடி | 1 டி. டபுள்யூ | 1.06 மியுஎம் | 1961 | விளக்கு |
| 4. இருமின்வாய் | அ. கடத்தி | 1 நடு அலை | 100 மெகாவாட் | 900 என்மீ | 1962 | மின்சாரம் |
| 5. நைட்ரஜன் | வளி | 6 என் வினாடி | 500 வாட் | 337 மியுஎம் | 1963 | மின்னிறக்கம் |
| 6. நியோடைமியம் யாக் | படிகம் | 15 என்வினாடி | 10 நடு அலை | 1.06 மியுஎம் | 1964 | விளக்கு |
| 7. அய்ட்ரஜன் சயனைடு | வளி | 1 என் வினாடி | 10 வாட் | 337 மியுஎம் | 1964 | மின்னிறக்கம் |
| 8. ஆர்கன் அயனி | வளி | நடு அலை | 10 வாட் | 515 என்மீ | 1964 | மின்னிறக்கம் |
| 9. கரி இருஆக்சைடு | வளி | நடு அலை | 1 கிலோவாட் | 10.6 மியு எம் | 1964 | மின்னிறக்கம் |
| 10. சாயம் | நீர்மம் | 5 என் வினாடி | 50 கிலோவாட் | 450-900 என் வினாடி | 1966 | துடிப்பு இலேசர் |
| 11. சாயம் | நீர்மம் | 1 மியு. வி | நடு அலை | 450-900 என் வினாடி | 1967 | விளக்கு |
| 12. சாயம் | நீர்மம் | நடு அலை | 10 நடு அலை | 450 900 என் வினாடி | 1969 | நடுஅலை இலேசர் |
| 13. மூலக்கூறு அய்ட் | நீர்மம் | 2 என் வினாடி | 1.5 கிலோவாட் | 160 என் வினாடி | 1970 | மின்னிறக்கம் |
| 14. மீத்தைல் புளோரைடு | நீர்மம் | நடு அலை | 10 வாட் | 469 மியு எம் | 1970 | இலேசர் |

# BIBLIOGRAPHY

## ENCYCLOPEDIA

1. Encyclopedia Britanica, Micropedia, 1979.

2. Encyclopedia Britanica, Macropedia, 1979.

3. The Macmillan Family Excylopedia, 1985.

## Books

1. Laser, 1966, Smith William and Peter P. Sorakin.

2. Laser Receivers, Devices, Techniques, Systems, 1966, Ross Mante, New York.

3. Raman Spectroscopy, Theory and Practice, 1967, Herman, A. Szymanski, Plenium Press, New York.

4. Lasers, 1968, Samuel Louis, New York.

5. An Introduction to Non-Linear Optics, 1969, George C. Baldwin, Plenium press, New York.

6. Laser Communication System, 1969, Pratt William.

7. The Story of the Laser, 1970, John M. Carall.

8. Laser Raman Spectroscopy, 1971, Marwin C. Tobin Wiley, Interscience.

9. Laser Ready, 1972, John F.

10. Laser in Industry, 1972, S.S. Charschan, New York.

11. Laser Theory, 1972, Barnes Frank S. New York.

12. The Quantum Theory of Light, Rodney, London, 1973.

13.Photometry and Radiometry for Engineers, 1974, Allen Stimson John Willey and Sons, New York.

14.Industrial Lasers and their Applications, 1974, London.

15.Laser Induced Fusion and X-ray Laser Studies, 1975, Stephen Summer School Santo Fe, New Mexico.

16.Opto-electronics, 1975, Forest, M. Mims III, Howard W. Sams and Co Inc., New York.

17.Lasers in Chemistry. 1976, Stephen F. Jacobs.

18.Contemporary Optics for Scientists and Engineers, 1976, Allen Nussbouna and Richard A. Philip, Prentice-Hall Inc., New Jersey.

19.Lasers, 1976, Albert K. Levine and Anthony J. De Maria, New York.

20.Lasers in Industry, 1979, New York.

21.Laser Technology and Applications, Samuel L. Marschall.

22.All About Lasers, A.K. Moorthy, Anna Publishing House, Thanjavur-9, 1982.

## Articles

1. Death Ray Will help Lunar Probes, 1962, High De Courcy, The Hindu.

2. A Major Scientific Discovery, Dec. 1964, No.23, Soviet Land.

3. Death Ray may become Reality, 29-03-64, Raywood, The Sunday Standard.

4. Teeth drilled by Light, 4-4-65, Geoffrey Taylor, The Hindu.

5. Masers and Lasers, 18-04-65, Lev, Teplov, The Hindu.

6. Laser-Radar Instrument aids in Weather Research, 7-7-65, American Reporter.

7. LIDAR: New Meteorological Tool, Michael Lorant, 12-09-65, The Hindu.

8. A Ruby in the Crown of Science, Jan. 1966, Prof. Grigory Pokrovsky. No. 2 Soviet Land.

9. Indian Scientist Honoured by Optical Society, 31-03-1966, American Reporter.

10. Light pipe of Peace and War, 10-04-66 Jimmy Lamp, The Sunday Standard.

11. TV in Darkness, 17-07-66, The Hindu.

12. Scientifically Speaking, 19-07-66, SS, The Illustrated Weekly of India.

13. Laser does more Harm than Good, 29-01-67, Nate Haseltine, The Sunday Standard.

14. Importace of Lasers, 02-07-67, Airavathan Ranganathan, The Sunday Standard.

15. Laser aids Surgeon, 03-09-67, The Sunday Standard.

16. New Laser Television System may aid Developing Countries, 06-10-67, American Reporter.

17. Novel Laser Pump that focusses Light in Three Dimensions, 17-03-68, Michael Lorant, The Hindu.

18. Laser would help beat Germ Attack, 03-08-69, John Newell, The Hindu.

# பொருளடைவு


| | |
|---|---|
| அடால்ப் லோம்ப் பதக்கம் | 4 |
| அணுப்பிணைப்பு | 47 -50 |
| அம்புவடிவக்குகை | 60 |
| அமெரிக்கா | 4 |
| அம்மானிய வளிஇலேசர் | 10 |
| அரைக்கடத்தி இலேசர்கள் | 11 |
| அரைக்கடத்தி இலேசர்கள் குறைகள் | 16 |
| அரைக்கடத்தி இலேசர்கள் சிறப்புகள் | 16 |
| அலெக்சாண்டர் புரோக்கரோவ் | 2 |
| அலெக்ஸ் டிரவுஸ் | 28 |
| அழிப்பான் | 55 |
| அளவியல் | 55 |
| ஆர்கன் அயனி இலேசர் | 11 |
| ஆர்க்கிமெடிஸ் | 1 |
| ஆர்தர் ஷாலோவ் | 2 |
| ஆல்பிரட் கெஸ்லர் | 2 |
| ஆஸ்திரேலியா | 4 |
| இந்திய ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களில் இலேசர் பணி | 40 -45 |
| இந்திய அறிவியல் நிறுவனம் | 4 |
| இந்தியாவில் இலேசர் வளர்ச்சி | 3 |
| இராமன் | 1,46 |
| இராமன் விளைவு | 46 |
| இருளில் இலேசர் | 25- 26 |
| இயற்பியல் பயன் | 46 -47 |
| இன் ஏ | 46 |
| இலேசர் அச்சியற்றல் | 61 |
| இலேசர் அச்சியற்றி | 61 |
| இலேசர் அறிவியல் பயன்கள் | 45 -54 |
| இலேசர் ஆடிகள் | 20 -21 |
| இலேசர் ஆய்வுக்கூடங்கள், கான்பூர் | 43 |
| இலேசர் இதயம் | 19 |
| இலேசர் இயங்குதல் | 7 |
| இலேசர் எக்கி | 29 |
| இலேசர் எடை | 22 |
| இலேசர் எல்லைக்காணி | 22 |
| இலேசர் ஒளிக்கற்றை இயல்புகள் | 8- 9 |
| இலேசர் கதிர்வீச்சுச் செறிவு | 17 |
| இலேசர் கருவிஅமைப்பு | 6 |
| இலேசர் கருவி அமைப்புகளும் அவற்றின் பயன்களும் | 22 -35 |
| இலேசர் கற்றை உண்டாதல் | 17 |
| இலேசர்கற்றையினைக் கையாளுதல் | 39 |
| இலேசர் காட்சி | 56 |
| இலேசர் சுழல் கருவி | 23 |
| இலேசர் செய்தித் தொடர்பு | 38 |
| இலேசர் தட்டு | 62 |
| இலேசர் திண்மப்பொருள்கள் | 13 |
| இலேசர் துப்பாக்கி | 23 |
| இலேசர் தேவைகள் | 15 |
| இலேசர் தொலைக்காட்சித் தொகுதி | 24 |
| இலேசர் நுணுக்கங்கள் | 35- 40 |
| இலேசர் தொழில் நுணுக்கப்பயன்கள் | 54 -62 |
| இலேசர் நிலநடுக்கவரைவி | 26 |
| இலேசர் நிறப்படி எடுப்பான் | 27 |
| இலேசர் நிறமாலை இயல் | 36 |
| இலேசர் நீர்மப் பொருள்கள் | 13 |
| இலேசர் நுண்நோக்கி | 27 |
| இலேசர் நெறிமுறை | 6 |
| இலேசர் பிணைப்பு | 38 -39 |
| இலேசர் பிரம்பு | 26 |
| இலேசர் மாண்பு | 9 |
| இலேசர் மீள்மாற்றி | 26 |
| இலேசர் ரேடார்கள் | 28 |
| இலேசர் வடிவாக்கம் | 34 |
| இலேசர் வளிப்பொருள்கள் | 14 |
| இலேசர் விரிவு | 5 |
| இலேசர் விலை | 22 |

இலேசர் விளக்கும் சாளரமும் 19-20
இலேசரின் இதயமும் துணைப்பகுதிகளும் 18 -22
இலேசரின் இயங்குதிறன் 15 -18
இலேசரின் வகைகளும் பொருள்களும் 10- 14
ஈசா 24
ஈலியம் நியான் வளி இலேசர்கள் 7,8,11
உருசியா 4,48
உயிரியல் பயன்கள் 51 -52
ஊடுபொருள்தேர்வு 35
எச்எம்டி, பங்களூர் 62
எர்மன் குயூமின்ஸ் 46
எயின்ரிச் 49
ஐன்ஸ்டின் 1
ஒலி ஒளித்தட்டு 62
ஒத்திசையும் இலேசர்கள் 12 -13,36- 37
ஒளித்துகள் கொள்கை 1
ஒளிப்பாய்தல் 2
ஒளியச்சுக்கோவையின் நன்மைகள் 61- 62
ஓரிமங்கள் 36, 37
கடத்துகுறிப்பிகள் 62
கணிமநிலை 8
கிரிப்டான் இலேசர் 56
கிளர்வு வெளியேற்றக்கொள்கை 1,2,6
குமார் கி. படேல் 5,22
கேம்டன் 1
கேம்டன் விளைவு 6
கேம்பல் 46
கேலியம் அர்சனைடு இலேசர் 59
கேளா ஒலி 46
கோஸ்காட்சி 56
க்யூவடிவச் சொடுக்கி 22
சார்லஸ் சர்ச் 30
சார்லஸ் டவுனிஸ் 2,5
சாவுக்கதிர்கள் 2
சிப்ப மின்னணுவியல் 2
சிறிய இலேசர் 28
சின் சின்னட்டி மருத்துவமனை 53
சீட்டா 48
செய்திப்போக்குவரத்து 58 -60
சென்னை இந்தியத் தொழில் நுணுக்க நிறுவனம் 44
டாப்ளர் விளைவு 48
டால்பின் 48
டிரான்சிஸ்டர் 9
டிராஸ் 24
டியூ பான் சைட்டல் நைலான் பிசின் 62
டீ கார்பன் டை ஆக்சைடு இலேசர் 42
டெசி டெக் 34
டென்னிஸ் கேபர் 58
திண்ம இலேசர்கள் 10
திண்ம இலேசர்கள் இயங்குதல் 10
துடிப்பு மீள் அதிர்வண் 34
நாகேந்திரநாத் 46
நார்மன் நேபிள் 46
நிக்கோலய் பாசவ் 2
நிலஅமைப்பியல் 51
நியூட்டன் 1
நீர்மஇலேசர்கள் 10
நீல்ஸ்போர் 1
நீளச்சார்பிலா ஒளிஇயல் 40
பாபா ஆராய்ச்சி நிறுவனம் 41
பாரடே விளைவு 44
பிரவுன் 53
பிரஸ்னல் 1
பிளாஸ்மாநிலை 8
பீலியு வகை இலேசர் 42
புருய்ஸ்டர் சாளரம் 19
புரோலேஸ் 62
பெருமித வளிகள் 12
பெயர் பொறித்தல் 55
பென்னட் அலி ஜவான் 7
பொருள்களை ஆக்கல் 57

ஃபோரியர் துகள் நுணுக்கம் 43

மருத்துவப் பயன்கள் 52- 54

மாக்ஸ் பிளாங்க் 1

மாக்ஸ்வெல் 1

மின்னணுச்செவி 27

முடுக்கு மின்னழுத்தம் 8

முப்பருமக் கோலவியல் 58

முப்பருமக்கோலன் 58

முனைச்செயல்படுதல் 32,33

மெய்ம்மன் 3,10

மேசர் 5

மேசர் விரிவு 5

ரீசஸ் குரங்குகள் 2

லிடார் 31

லிடார் அமைத்தவர்கள் 31

லிடார் அமைப்பு 32

லிடார் சிறப்புகள் 32-34

லென் 49

வரம்பும் வாய்ப்பும் 63

வழியறிதலும் எல்லைகாணலும் 54

வளிஇலேசர்கள் 10

வளி இலேசர்கள் இயங்குதல் 7

வானியல் பயன்கள் 50

வானிலை இயல் பயன்கள் 50 -51

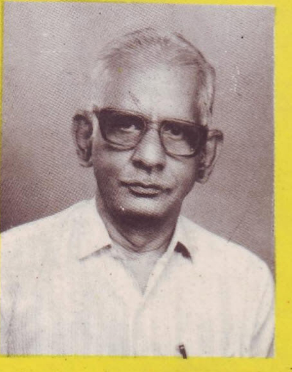
விக்ரம் சரபாய் வானவெளிமையம் 44

வெயில்டு முல்லர் 62

வேதிஇயல் பயன்கள் 51

ஜார்ஜ் மொர்கன்ஸ் 28

ஹேரியட் 7



## நூலாசிரியர் அ.கி. மூர்த்தி
## (1932)

- ☆ அறிவியல் ஆசிரியராக அரும்பணி யாற்றியவர்
- ☆ அடக்கமான தமிழ்த் தொண்டர்
- ☆ விருதுகள் பல பெற்றவர்
- ☆ சிறந்த அறிவியல் நூலாசிரியர்
- ☆ அறிஞர் அண்ணாவின் அரிய தமிழ்ப்பேச்சுகளை ஆங்கிலத்தில் ஆறு தொகுதிகளில் உலகுக்கு அறிமுகப் படுத்தியவர்
- ☆ பயன்மிகு அறிவியல் அகரமுதலி பதிப்பாசிரியர்.