

# ஒளியியல் (OPTICS)

## 1. மின்காந்த நிறமாலை (Electromagnetic Spectrum)

(X) பார்வையைத் தூண்டும் அலை நீளம் கொண்ட பகுதியை கட்டிலனாகும் (visible) நிறமாலை என்பார்.) மின் அலையியற்றி சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தி தோற்றுவிக்கும் மின்காந்த அலைகட்கும். ஒளி அலைகட்கும் அடிப்படையில் எவ்வித வேறுபாடும் கிடையாது. ( $10^4$  மீட்டர் முதல்  $1 \text{ \AA}$  வரையிலான அலைநீள நெடுக்கம் கொண்டவற்றை மின்காந்த நிறமாலை என்பார்.)

மின்னியியல் முறைப்படி எல்லா அலைநீளங்களும் கொண்ட அலைகளைத் தோற்றுவிக்கலாம் என்பது மின்காந்தக் கொள்கையின் கருத்தாகும். 1887-ல் ஹெர்ட்ஸ் (Hertz) என்பவர் 10 மீட்டர் நீளம் கொண்ட மின்காந்த அலைகளைப் பரப்புவதில் வெற்றி கண்டார். இவரைத் தொடர்ந்து பல விஞ்ஞானிகள் பலமாறுபட்ட அலை நீளங்கள் கொண்ட மின்காந்த அலைகளைத் தோற்றுவித்து, பரப்புவதிலும் வெற்றி கண்டார்கள். மின்காந்த அலைகளின் சில பண்புகள் இவற்றின் அலைநீளங்களைச் சார்ந்திருந்ததும். ஆனால் எல்லா அலைகளும் ஒளியின் திசைவேகத்தில் ( $3 \times 10^8 \text{ மீ}$ ) செல்கின்றன. மேலும் இவற்றை மாக்ஸ்வெல் (Maxwell) சமன்பாடுகள் கொண்டு விளக்கலாம். தற்காலத்தில் 3000 மீட்டரிலிருந்து  $10^{-11}$  செ.மீ. வரையிலான அலைநீளம் கொண்ட மின்காந்த அலைகளைத் தோற்றுவித்து, அவற்றைக் கண்டுணரலாம்.

நிறமாலையில் சில பகுதிகளில் உள்ள அலைகளை தோற்றுவிப்பது மிகக் கடினமாகும். இப்பகுதியைப் பற்றி இன்றும் தெளிவான கருத்துகள் இல்லை. இருப்பினும் இடைவெளி கிடையாது. நிறமாலையின் இரு முனைகளின் வரம்புகள் தெளிவாக இல்லை. நீண்ட



அலைநீள முனையில் அலைநீளம் மிக அதிகமாக இருப்பதால் அதனைத் தோற்றுவிப்பதும், கண்டுணர்தலும் கடினமாக உள்ளது. குறை அலைநீளப் பகுதியில் மிக அதிகமான அதிர்வெண் கொண்ட அலைகளைத் தோற்றுவிக்க அதிக அளவான ஆற்றலைக் குவிக்கவேண்டும். இப்பகுதியில் பொருட்களால் உட்கவரப்படும் ஆற்றல் மிகக் குறைவாக இருப்பதால். இக்கதிர் வீச்சினைக் கண்டுணர்வது எளிதானதல்ல.

அலைநீளங்களின் நெடுக்கங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு, மின்காந்த நிறமாலையைக் கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கலாம்.

1) 2 கி.மீ. முதல் 16 செ.மீ	-	ரேடியோ அலைகள்	R
2) 16 செ.மீ. முதல் 0.2 செ.மீ.	-	மைக்ரோ அலைகள்	π
3) 0.1 செ.மீ. முதல் 7800 A	-	அகச் சிவப்பு	I
4) 7800 A முதல் 3900 A	-	கட்புலனாகும் பகுதி	✓
5) 3900 A முதல் 200 A	-	புற ஊதாப் பகுதி	u
6) 100 A முதல் 0.1 A	-	X -கதிர்கள்	X
7) 0.01 A முதல் $4 \times 10^{-3}$ A	-	காமாக் கதிர்கள்	γ
8) $4 \times 10^{-3}$ A-ற்கு கீழ்	-	காஸ்மிக் கதிர்கள்	α

### மனிதன் கண்ணின் நிறமாலை உணர்வுநுட்பம் (Spectral response of Human eye)

நம் கண்களால் கண்டுணரக்கூடிய கட்புலனாகும் பகுதி மின்காந்த நிறமாலையில் ஒரு சிறு பகுதியாகும். இப்பகுதியின் அலைநீள நெடுக்கம் 4000A முதல் 7000A வரையிலானதாகும். 7000A அதிகமான அலைநீளம் கொண்டவை வெப்ப ஆற்றலாகத் தோன்றுகிறது. எனவே இவற்றை நம் கண்களால் கண்டுணர்வது ஆபத்தானதாகும். 4000Aற்கு குறைவான அலைநீளம் கொண்ட அலைகளின் அதிர்வெண் மிக அதிகமாகும் எனவே இவற்றையும் நாம் நம் கண்களால் கண்டுணர்வது கடினமானதாகும். எனவே நம் கண்களால் தீங்கின்றி உணரக்கூடிய பகுதி கட்புலனாகும் பகுதியாகும்.

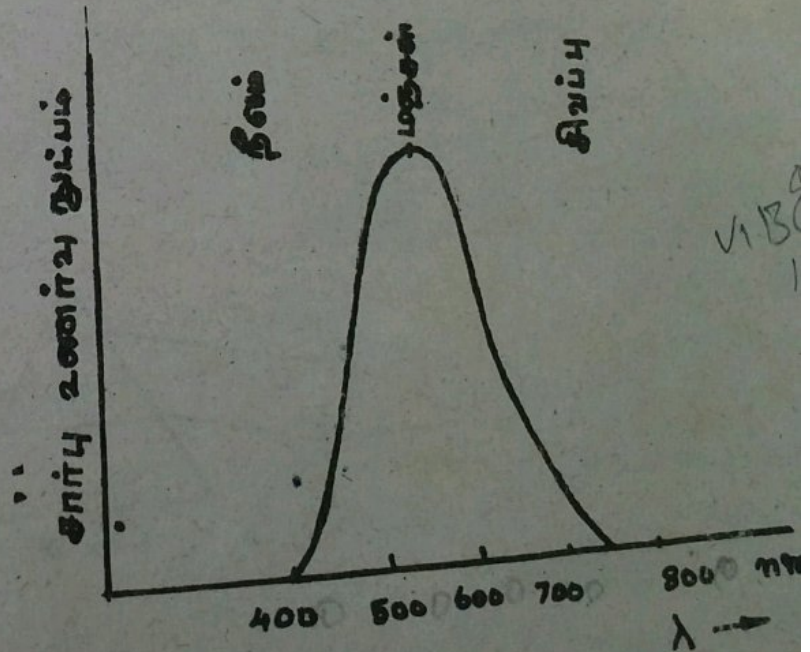
மனிதனின் கண் மின்காந்த அலைகளை, நரம்பின் வழியாக செல்லக்கூடிய துடிப்புகளாக மாற்றக்கூடிய கருவியாகக் கருதலாம்.



கண்ணில் விழக்கூடிய மின்காந்த அலையை கண்ணிலுள்ள குவி வில்லை விழித்திரையில் குவிக்கின்றது. இதனை ரெட்டினா (retina) என்பர். குவிக்கப்பட்ட ஒளி ரெட்டினாவிலுள்ள தண்டு செல் (rod cell), கூம்புச் செல் (cone cell) ஆகியவற்றில் விழுகிறது. தண்டு குறைவாக இருக்கும்போது, இது ஒளியை இருளிலிருந்து வேறுபடுத்திக் காட்டுகிறது. கூம்புச் செல் குறைந்த உணர்வு நுட்பம் கொண்டது. செறிவு பிம்பத்தின் உருவம், நிறம் ஆகியவற்றைத் தருகிறது.

ரெட்டினாவில் உள்ள தண்டு ஒளியியல் இழை போன்ற அமைப்பு கொண்டது. இது மின்கடத்தாப் பொருளால் ஆனது. எனவே இதனை ஒரு மின்தேக்கியாகக் கருதலாம். கூம்பினை மின்நிலைமமாகக் கருதலாம். எனவே தண்டு-கூம்பு அமைப்பினை இசைவறு சுற்று (tuned circuit) போன்ற அமைப்புக் கொண்டதாகக் கருதலாம். ரெட்டினாவின்மீது விழுகின்ற ஒளியின் அதிர்வெண், தண்டு-கூம்பு ஆகியவற்றின் இயல் அதிர்வெண்ணிற்குச் சமமாக இருக்கும்போது, ஒத்ததிர்வு (Resonance) தோன்றுகிறது. இந்நிலையில் உணர்வு நுட்பம் பெருமமாக இருக்கும். அதிர்வெண் பெரும உணர்வு நுட்பத்திற்கான அதிர்வெண்ணைவிட அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ இருக்கும்போது உணர்வு நுட்பம் விரைவாகக் குறைகிறது.

நிறமாலை உணர்வு நுட்ப வளைகோடு படம் 1(a)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அலையின் அலை நீளம் 5500 Å - அளவாக இருக்கும் போது உணர்வு நுட்பம் உச்சமாக அமைகிறது. அலை நீளம் குறையும் போதும், அதிகமாகும் போதும் உணர்வு நுட்பம் விரைவாகக் குறைகிறது என்பது படத்திலிருந்து தெளிவாகிறது. அலை நீளம்





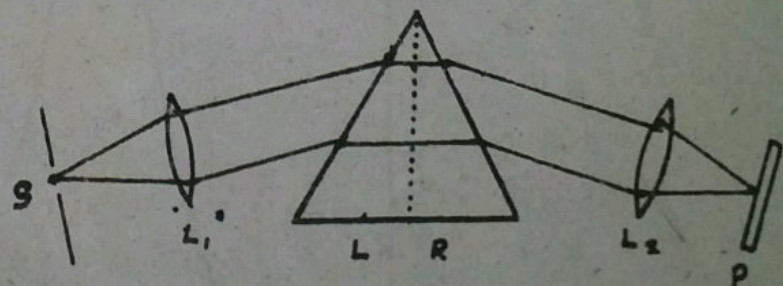
4000 A-லும், 7600 A-லும் உணர்வு நுட்பம் சுழியாகிறது. எனவே இந்த நெடுக்க இடைவெளியில் அமைந்த அலைநீளம் கொண்ட மின்காந்த அலைகள் மட்டுமே நம் கண்ணால் பார்க்க முடிகிறது. அலைநீளம் 6100-ல் உணர்வு நுட்பம் 50% குறைகிறது. நிற அடிப்படையில் கூறும் போது, பச்சை-மஞ்சள் நிறங்கட்கு மிக அதிகமான உணர்வு நுட்பமும், ஊதா, சிவப்பு நிறங்கட்கு குறைந்த உணர்வு நுட்பமும் கொண்டுள்ளது என்பது தெரிகிறது. எனவே மனிதன் கண்ணிற்கு மஞ்சளும், பச்சையும் உயர்வான உணர்வு நுட்பம் கொண்டிருக்கும்.

### 2. புற ஊதா நிறமாலையியல் (Ultra-Violet Spectroscopy)

அலைநீளம் 4000 A-ற்கு குறைவான அலை நீளம் கொண்ட கதிர்களை நம் கண்களால் பார்க்க முடியாது. இப்பகுதியை புற ஊதா கதிர்கள் என்பர். புற ஊதா கதிர்கள் 4000 A-ல் ஆரம்பித்து, 200Aல் முடிகிறது. ரிட்டர் (Ritter) என்பவர் 1801-ல் முதன் முதலாக புற ஊதா கதிர்களைக் கண்டுபிடித்தார். நிறமாலையின் பலபகுதிகள் புகைப்படத் தகடுகளின்மீது ஏற்படும் விளைவினை ஆராயும்போது, இக்கதிர்கள் புகைப்படத் தகடுகளை மிக அதிகமாகப் பாதிப்பதைக் கண்டார். இக்கதிர்களை புற ஊதாக்கதிர்கள் என அழைத்தார். சூரியன் புற ஊதா கதிர்களைத் தோற்றுவிக்கும் இயற்கையான மூலமாகும். கார்பன் வில் விளக்கு, பாதரச ஆவி விளக்கு போன்றவை செயற்கை புற ஊதா கதிர் மூலங்களாகும்.

சாதாரணக் கண்ணாடி புற ஊதா கதிர்களை உட்கவர்கிறது.

எனவே புற ஊதா கதிர் நிறமாலையியலில் குவார்ட்ஸ் இந்துப்பு ஒப்பளாரைப் போன்ற பொருட்களாலான வில்லைகளும், முப்பட்டகங்களும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. புற



படம் 5-1



ஊதாக் கதிர் நிறமாலை வரைவி படம் 5-1ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. S-  
 ன்பது புறஊதாக் கதிர் மூலத்தால் பொலியூட்டப்படுகிறது. S-  
 ளவிலிருந்து வருகின்ற கதிர் குவார்ட்ஸ் வில்லை L<sub>1</sub>-ஆல் இணைக்  
 ற்றையாக்கப்படுகிறது. இக்கதிர் முப்பட்டகத்தில் விழுந்து நிறப்பிரிகை  
 அடைகிறது. முப்பட்டகம் இரு 30° முப்பட்டகங்களாகும். ஒன்று  
 ிடஞ்சுழி குவார்ட்ஸாலும், மற்றது வலஞ்சுழி குவார்ட்ஸாலும் ஆனது.  
 முப்பட்டகத்திலிருந்து வெளிவரும் கதிர் குவார்ட்ஸாலும் ஆனது.  
 புகைப்படத்தகடு P-ல் குவிக்கப்படுகிறது. வில்லை L<sub>2</sub>-ஆல்  
 பயன்படுத்தி 4000A-லிருந்து 1850A-வரையிலான இவ்வமைப்பினைப்  
 புற ஊதாக்கதிர்களை ஆராயலாம். அலைநீளம் கொண்ட

1850A -குறைவான அலைநீளங்களை ஆய்வதற்கு குவார்ட்ஸ்  
 பயன்படுத்த முடியாது. காற்றுக் கூட இவற்றிற்கு ஒளிபுகாப் பொருளாகும்.  
 ஆல்ஸ் பீரஸ்

(\*) 1850 A-லிருந்து 200 A வரையிலான புறஊதாப் பகுதியினை  
 வெற்றிட புற ஊதாப் பகுதி (Vacuum Ultra-Violet region) என்பர்  
 குமன் (Schumann) என்பவர் இப்பகுதியைப் பற்றி விரிவாக ஆராய்ந்த  
 காரணத்தால் இப்பகுதியை குமன் பகுதி (Schumann region) என்பர்.  
 இவர் தன் ஆய்வில் ஃப்ளோரைட் முப்பட்டகம், வில்லை, ஜெலட்டின்  
 இல்லாத புகைப்படத் தகடு ஆகியவற்றை வெற்றிடத்தில் அமைத்த  
 ஆய்வு செய்தார். இம்முறையில் 2000 A-லிருந்து 1250 A வரை  
 ஆராயப்பட்டது. 1000 A-வரையிலான புற ஊதாக் கதிர்களை ஆய்வு  
 செய்வதற்கு வித்தியம் ஃப்ளோரைட் பயன்படுத்தப்பட்டது. இதற்கு கீழ்  
 உள்ள பகுதிகளை ஆய்வதற்கு எவ்வித பருட்பொருளும்  
 கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. இப்பகுதிகளை ஆராய்வதற்கு வெற்றிடத்தில்  
 வைக்கப்பட்ட எதிரொளிப்பு கீற்றணிகள் பயன்படுத்தப்பட்டது. லைமன்,  
 மில்லிக்கன் ஆகியவர்கள் குழி கீற்றணியைப் பயன்படுத்தி 100 A-  
 வரையிலான அலைநீளம் கொண்ட புறஊதாக் கதிர்களை ஆய்வு  
 செய்தார்கள்.

புற ஊதாக் கதிர்களின் பயன்கள்

(\*) Smayle

- 1) புற ஊதாக் கதிர் உட்கவரலிருந்து வைட்டமின் A-யினையும்,  
 மீன்எண்ணெயின் தரத்தினையும் காணலாம்.
- 2) புற ஊதாக் கதிர்களின் ஒளிமின் விளைவு, ஒளி உயிரியல் விளைவு  
 ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டு ரிக்கட்ஸ் (Ricket)  
 எனும் குழந்தைகளின் எலும்பு வியாதியையும், மற்றும் தோல்  
 வியாதிகளையும் குணப்படுத்தலாம்.



- (3) புற ஊதாக் கதிர் நிறமாலை கொண்டு பல கூட்டுப் பொருட்களின் அமைப்பினை ஆராயலாம்.
- (4) நுண்ணோக்கியின் பகுதிறன் பயன்படுத்தும் கதிரின் அலைநீளத்தைச் சார்ந்தது. அலைநீளம் குறைவாக இருந்தால் பகுதிறன் அதிகமாகும். எனவே புற ஊதாக் கதிர்களை நுண்ணோக்கியில் பயன்படுத்தும் போது அவற்றின் பகுதிறன் அதிகமாகும். புற ஊதாக் கதிர் நுண்ணோக்கி பயன்படுத்தி பாக்டீரியாக்களைப் பற்றி ஆராயலாம்.
- (5) வின்மீன்களிலிருந்து வரும் புற ஊதாக் கதிர்களை ஆராய்ந்து, அவற்றிலிருந்து வின்மீன்களின் புறப்பரப்பு வெப்பநிலையைக் கணக்கிடலாம்.

**b. அகச் சிவப்பு நிறமாலையியல்  
(Infra red Spectroscopy)**

வில்லியம் ஹெர்ஷல் (William Herschel) என்பவர் 1800ல் முதன் முதலாக நிறமாலையில் அகச் சிவப்புப் பகுதியைக் கண்டறிந்தார். அவர் வெப்பநிலைமானியைப் பயன்படுத்தி நிறமாலை வரிகளின் வெப்ப ஆற்றலை அளவிடும்போது, சிவப்பு பகுதியை விட அதிகமான அலைநீளம் கொண்ட பகுதியில் அதிகமான வெப்பம் தோன்றுவதைக் கண்டார். இப்பகுதி, **அகச் சிவப்புப் பகுதி** என அழைக்கப்படுகிறது. அகச் சிவப்பு பகுதி என்பது சிவப்புப் பகுதிக்கும் மைக்ரோ அலைப் பகுதிக்கும் இடைப்பட்ட பகுதியாகும். இவற்றின் அலைநீள நெடுக்கம் 7500 Å-லிருந்து 1 மி.மீ. வரை அமையும்.

அலைநீளங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு அகச் சிவப்பு பகுதியினை மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை (1) ஒளிமின் அகச்சிவப்பு பகுதி (Photo electric infra red) (2) அண்மை அகச் சிவப்புப் பகுதி (near infra red) (3) சேய்மை அகச் சிவப்பு பகுதி (Far infra red)

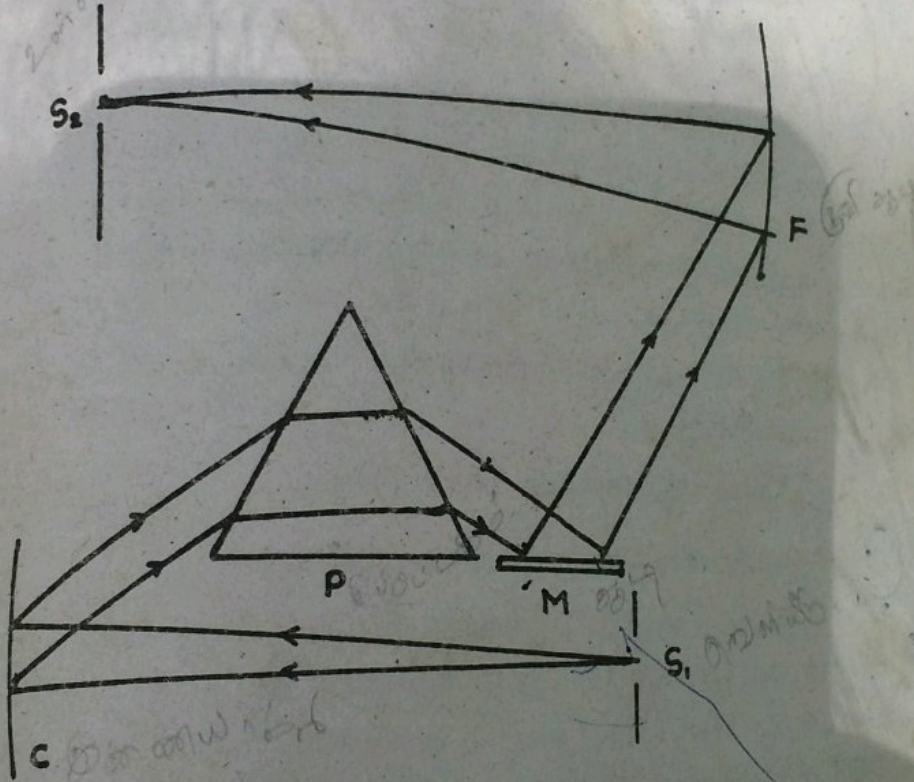
ஒளிமின் அகச் சிவப்பு பகுதியின் அலைநீள நெடுக்கம் 0.00075 மி.மீ. முதல் 0.003 மி.மீ. வரையாகும். இப்பகுதியினை ஒளி மின்கலங்களும், ஒளி உணர்வு பைசுகளையும் பயன்படுத்தி ஆராயலாம். ஒளி வகையான முப்பட்டகங்களையும், வில்லைகளையும் பயன்படுத்தி இப்பகுதியினை ஆராயலாம்.

அண்மை அகச் சிவப்பு பகுதிகளை கண்ணாடி அல்லாத பொருட்களாலான முப்பட்டகங்களை பயன்படுத்தி ஆராயலாம். எனவே



இப்பகுதியை முப்பட்டக அகச் சிவப்பு என்பர். 0.009 வரை இந்துப்பையும் (Rock Salt), 0.0035 மி.மீ. வரை சில்வினையும் (Sylvio) பயன்படுத்தலாம். 0.015 வரை குவார்ட்சையும்.

சேய்மை அகச் சிவப்பு பகுதி 0.025 மி.மீட்டற்கு குறைவான அலைநீளம் கொண்ட பகுதியாகும். இப்பகுதியினை ஆராய்வதற்கு குழி கீற்றணி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இப்பகுதியினை ஆராய்வதற்கு குழி நெர்ஸ்ட் ஒளிர்வியும் (Nerst glower) அகச் சிவப்பு நிறமாலையை ஆய்வதற்கு (glover) பயன்படுத்தப்படுகிறது. குளோபர் ஒளிர்வியும் (Globar



### படம் 5-2

அகச் சிவப்பு நிறமாலையை ஆய்வதற்கான எளிய நிறமாலை வரைவி படம் 5-2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வமைப்பில் முப்பட்டகத்தை சிறிது சிறிதாக சுழற்றி நிறப்பிரிகை அடைந்த அலைநீளக் கதிர்களை  $S_2$ -ல் படுமாறு செய்யலாம். பொதுவாக ஆடி M, முப்பட்டகத்தின் அடிப்பகுதி P-உடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே முப்பட்டகம் சுழற்றப்படும்போது ஆடியும் சுழலுகிறது.



$S_1, S_2^-$  என்பவை முறையே உள்ளீடு, வெளியீடு பிளவுகளாகும். C-என்பது இணையாக்கி ஆடியாகும். F-என்பது குவிக்கும் ஆடியாகும். வெளியீடு முனை  $S_2^-$ -ல் ஒரு வெப்ப மின்னிரட்டையை அமைத்து, கதிர்களைக் கண்டுணரலாம். அகச் சிவப்பு நிறமாலை வெப்பக் கதிர் வீச்சாதலால் போலோ மீட்டர், ரேடியோ மைக்ரோ மீட்டர் போன்றவைகளையும் பயன்படுத்தலாம். கீற்றணி நிறமாலை வரைவியில் முப்பட்டகத்திற்குப் பதிலாக கீற்றணி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

### அகச் சிவப்பு நிறமாலையின் பயன்கள்

- (1) அகச் சிவப்பு உட்கவர் நிறமாலை ஆய்வினை அடிப்படையாகக் கொண்டு வேதியியல் கூட்டுப் பொருட்களை பகுப்பாய்தல், மூலக்கூறுகளின் அமைப்பினை ஆராய்தல், கூட்டுப் பொருட்களை அடையாளம் காணல் ஆகியவற்றில் பயன்படுத்தலாம்.
- (2) நீர், அமோனியா போன்றவற்றின் அகச் சிவப்பு நிறமாலை ஆய்வு வானியியல் ஆராய்ச்சியில் பயன்படுகிறது. இவ்வாய்விலிருந்து வீனஸ் கோளில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடும், சனிக் கோளிலும், வியாழனில் அதிகமான அமோனியாவும், மீதேனும் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.
- (3) இருளிலும், மூடுபனிகளிலும், உள்ள பொருட்களைக் கண்டறியப் பயன்படுகிறது.
- (4) மருத்துவத் துறைகளிலும் பயன்படுகிறது.

### C) இராமன் விளைவு (Raman Effect)

1928-ல் சர்.சி.வி. இராமன் ராபே சிதறலுக்கு முற்றிலும் வேறுபாடான ஒரு வகைச் சிதறலைக் கண்டறிந்தார். இதனை இராமன் விளைவு என்பர். சிதறல் அடைந்த கதிர்களில் படுகதிர் அதிர்வெண்ணுடன் வேறு சில அதிர்வெண்கொண்ட கதிர்களும் இருப்பதைக் கண்டார். மேலும் சிதறல் அடைந்த கதிர்கள் நளவிளைவுற்றதாகவும் இருந்தது.

ஒற்றை நிறக் கற்றை பென்சின் போன்ற திரவங்களின் வழியாகச் செலுத்தி அவை அடையும் சிதறலை ஆராய்ந்தார். சிதறல் அடைந்த கற்றைகளில் படுகதிர் கற்றை அலை நீளங்களும், புதிய அலை நீளங்கள் காண்ட கற்றைகளும் இருப்பதைக் கண்டார். இப்புது வகையான சிதறல் இராமன் விளைவு என அழைக்கப்படுகிறது. இந்த நிறமாலையை இராமன் நிறமாலை என்பர்.



பலமாறுபட்ட ஊடகங்களைப் பயன்படுத்தி சோதனையைச் செய்து கீழ்க்கண்ட உண்மைகளை வெளியிட்டார்.

1) ஒவ்வொரு ஊடகமும் ஒவ்வொரு வகையான இராமன் நிறமாலைகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இதிலிருந்து அந்த ஊடகத்தைக் கண்டறியலாம். கொடுக்கப்பட்ட ஊடகத்திற்கு இராமன் வரிக்கும், கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட வரிக்குமிடையே உள்ள அதிர்வெண்வேறுபாடு மாறிலியாகும். இது படுகதிரின் அதிர்வெண்ணைச் சார்ந்திருப்பதில்லை.

2) புது வரிகள் கூர்மையாக இருந்தன. இவை கிளர்ச்சியூட்டல் வரியின் இருபக்கங்களிலும் இரட்டையாக சம அதிர்வெண் இடைவெளியில் அமைந்துள்ளது. குறைந்த அதிர்வெண் பக்கத்தில் தோன்றுகின்ற வரியை ஸ்டோக்ஸ் வரி (Stokes lines) எனவும், உயர் அதிர்வெண் பக்கத்தில் தோன்றுகின்ற வரியை எதிர்-ஸ்டோக்ஸ் வரி (anti-stokes lines) எனவும் அழைப்பர்.

3) இராமன் விளைவில் தோன்றுகின்ற அதிர்வெண் பெயர்ச்சி (frequency shift) மூலக்கூறில் வேதியியல் பிணைப்புக் கொண்ட அணு அலையியற்றியின் அதிர்வெண்ணாகும். இந்த அதிர்வெண் மூலக்கூறுகளின் வடிவமைப்பையும், அணுக்கக்கிடையே உள்ள பிணைப்பாற்றலையும் சார்ந்திருக்கும்.

4) வேறுபட்ட இராமன் வரிகளின் செறிவும், தள விளைவு அளவும் வேறுபட்டதாகும்.

5) இராமன் சிதறல் மிக நலந்த நிகழ்ச்சியாகும்.

### இராமன் விளைவிற்கான கொள்கை (Theory of Raman Effect)

குவாண்டம் கொள்கையின்படி ஒளிக் கற்றையானது மெல்லிய துகள்களால் ஆனதாகக் கொள்ளப்படுகிறது. இதனைப் ஃபோட்டான் (Photon) என்பர். ஃபோட்டானின் ஆற்றல் ஒளியின் அதிர்வெண்ணைச் சார்ந்தது. சிதறலின்போது ஃபோட்டானின் அதிர்வெண் மாற்றமடையாமல் இருக்கலாம். இவ்வகையான சிதறல் ரேலே சிதறல். இராமன் சிதறலின்போது ஃபோட்டானுக்கும், சிதறலைத் தோற்றுவிக்கும் துகள்க்கிடையேயும் ஆற்றல் பரிமாற்றம் ஏற்படுகிறது. மோதுகின்ற ஃபோட்டான் மோதலின்போது, அதன் ஆற்றலில் ஒரு பகுதியை



மூலக்கூறுகட்கு கொடுக்கிறது. இதனால் மூலக்கூறு கிளர்ச்சியூட்டல் நிலையை அடைகிறது. இப்போது சிதறல் அடைந்த கற்றையின் ஆற்றலும், அதிர்வெண்ணும் குறைவாக இருக்கும். இதுவே ஸ்டோக்ஸ் இராமன் வரியாகும். மோதலுக்கு முன் கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட நிலையில் உள்ள மூலக்கூறுடன் ஃபோட்டான் மோதும்போது, மூலக்கூறு ஃபோட்டானுக்கு ஆற்றலைக் கொடுக்கிறது. எனவே சிதறல் அடைந்த கற்றையின் ஆற்றலும், அதிர்வெண்ணும் அதிகமாக அமைகிறது. இதுவே எதிர் ஸ்டோக்ஸ் இராமன் வரிகளாகும். கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட நிலையிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை மிகக் குறைவாகவே இருக்குமாதலால், எதிர் ஸ்டோக்ஸ் வரிகள் மெலிந்தவையாகவே இருக்கும். மேற்கண்டவற்றை எண்ணியியல் வடிவில் விளக்கலாம்.

மோதல் விளைவின்போது மூலக்கூறின் இயக்க ஆற்றலில் மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை எனக் கொள்வோம். சிதறல் விளைவின்போது ஃபோட்டானுக்கும் மூலக்கூறுக்கும் இடையே மோதல் ஏற்படுகிறது. ஆற்றல் அழிவின்மைத் தத்துவப்படி

$$E + h\nu = E' + h\nu' \dots\dots\dots (1)$$

இங்கு E, E' என்பவை மோதலுக்கு முன்பும், பின்பும் மூலக்கூறின் உள்ளாற்றலாகும்.  $\nu, \nu'$  என்பவை முறையே மோதுகின்ற ஃபோட்டான், சிதறலடைந்த ஃபோட்டான் ஆகியவற்றின் அதிர்வெண்களாகும்.

$$\therefore h(\nu' - \nu) = E - E'$$

$$\therefore \nu' = \nu + \frac{E - E'}{h} \dots\dots\dots (2)$$

சமன்பாடு (2) விருந்து

- (1)  $E' = E$  எனின்  $\nu' = \nu$  தாய்வரி (Parent line)
- (2)  $E' > E$  எனின்  $\nu' < \nu$  ஸ்டோக்ஸ் வரி
- (3)  $E' < E$  எனின்  $\nu' > \nu$  எதிர் ஸ்டோக்ஸ் வரி

மூலக்கூறின் உள்ளாற்றல் மாற்றத்திற்கும் குவாண்டம் கொள்கையைப் பயன்படுத்தி கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$E - E' = nh\nu_n \dots\dots\dots (3)$$



இங்கு  $n = 1, 2, 3 \dots$

$\gamma_n$  என்பது மூலக்கூறின் சிறப்பியல் அதிர்வெண்.

எனவே  $\gamma' = n\gamma_n \dots \dots \dots (4)$

$n = 1$  எனின்.

அதிர்வெண்  $\gamma' = \gamma \pm \gamma_n$

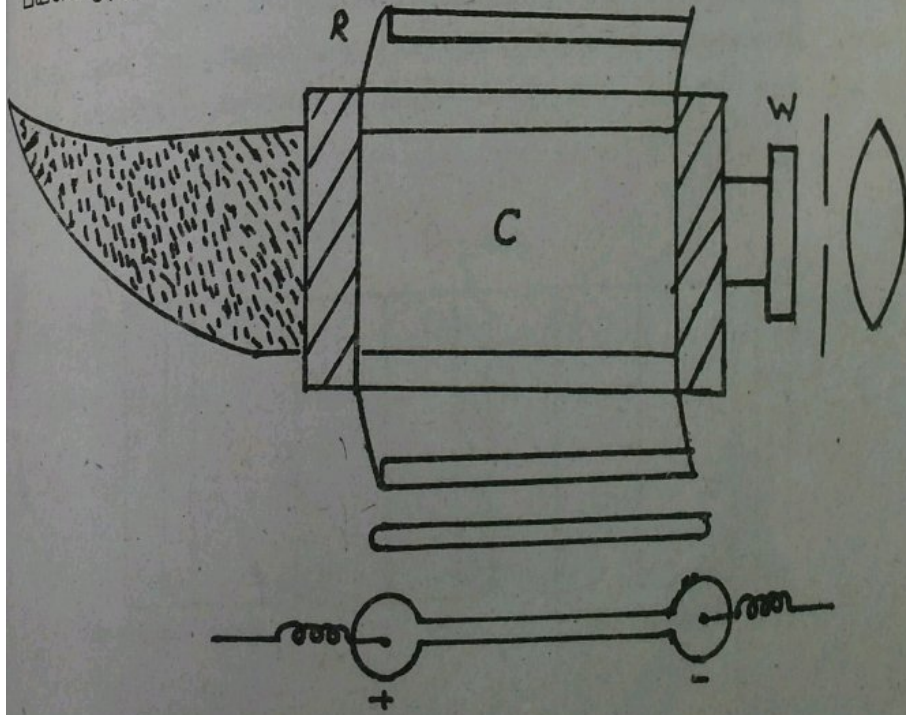
அல்லது  $\gamma' - \gamma = \gamma_n \dots \dots \dots (5)$

இராமன் விளைவில் தாய்வரி அதிர்வெண்ணிற்கும், சிதறல் அதிர்வெண்ணிற்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடு ( $\gamma' - \gamma$ ) மூலக்கூறின் சிறப்பியல் அதிர்வெண்  $\gamma_n$ -ஆகும். இது படுகதிர் கற்றையின் அதிர்வெண்ணைச் சார்ந்திருப்பதில்லை.

குவாண்டம் கொள்கையின் அடிப்படையில் தோன்றுகின்ற வரிகளின் செறிவிற்கு விளக்கம் தரமுடியும். கொள்கை மூலம் கூறப்பட்ட உண்மைகளை சோதனைமூலம் நிரூபனம் செய்யலாம்.

### இராமன் விளைவு செய்முறை ஆய்வு

இராமன் விளைவு கண்டுபிடிப்பிற்கு முதலில் இராமன் பயன்படுத்திய உபகரணம் ஒளியைப் பிரதிபலிப்பதற்கான ஆடி குவி



படம் 5-3

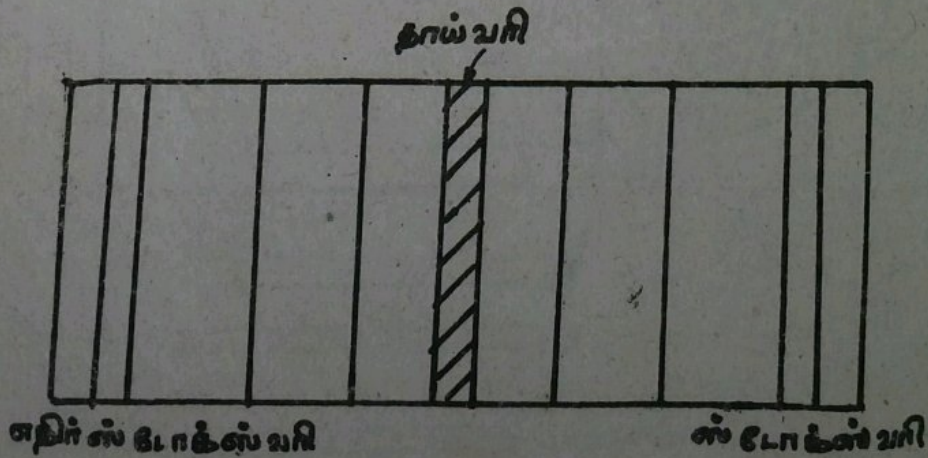


வில்லைகள், கண்ணாடி வடிப்பான், பென்சின் கொண்ட கொள்கலம் நிறமாலை வரைவி ஆகியவற்றால் ஆனது. இவ்வமைப்பினைப் பயன்படுத்தி நல்ல முறையில் இராமன் நிறமாலையைப் பதிவு செய்ய 100 மணி நேரத்திற்கு மேல் ஆயிற்று.

இராமன் விளைவினைத் தெளிவாக ஆராய்வதற்காக வுட் (Wood) என்பவர் உபகரணம் ஒன்றினை அமைத்தார். இது படம் 5-3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதனை திரவங்களில் ஏற்படும் இராமன் விளைவினை ஆராயலாம்.

C-என்பது ஆய்விற்கான திரவத்தை வைப்பதற்கான கொள்கலம். இதனை இராமன் குழாய் (Raman tube) என்பர். இக்குழாய் 1 அல்லது 2 செ.மீ. விட்டமும், 10 முதல் 15 செ.மீ. நீளமும் கொண்ட கண்ணாடிக் குழாய். இதன் ஒரு முனையானது கொம்பு வடிவில் (Horn shaped) உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் மேற்பரப்பானது தேவையான பின்னளி கொடுப்பதற்காக கரி பூசப்பட்டுள்ளது. குழாயின் அடுத்த முனை ஒளியியல் சமதளக் கண்ணாடி (Optically plane glass plate) தகட்டால் மூடப்பட்டுள்ளது. இது ஒரு சன்னலாக (window) பயன்படுகிறது. இதன் வழியாக சிதறல் அடைந்த கற்றைகள் வெளிவருகின்றன. கொள்கலம் குளிர் நீரால் மூடப்பட்டு, தோன்றுகின்ற வெப்பம் குறைக்கப்படுகிறது.

இச் சோதனையில் முக்கியமாகப் பயன்படும் ஒளிமூலம் பாதரச வில் விளக்காகும். இதிலிருந்து வருகின்ற ஒளிக்கற்றையை வடிப்பான் F-வழியாகச் செலுத்தி, அலைநீளம் 4358 Å கொண்ட செறிவான நீல



படம் 5-4



வரி மட்டும் பெறப்படுகிறது. இந்த ஒளிமூலத்தை இராமன் குழாய்க்கு எவ்வளவு அருகில் வைக்க முடியுமோ அவ்வளவு அருகில் வைக்கப்படுகிறது. பயன்படுத்துகின்ற நிறமாலை வரைவி மிக அதிகமான ஒளியைத் திரட்டும் திறன் கொண்டிருக்க வேண்டும். W-லிருந்து வரக்கூடிய சிதறலடைந்த ஒளி பிளவுகளைப் பயன்படுத்தி நிறமாலை வரவியில் குவிக்கப்படுகிறது. அலுமினிய ஆடி R-ளைப் பயன்படுத்த ஒளி மூலத்திலிருந்து வருகின்ற ஒளியை குவித்து, செறிவினை அதிகரிக்கலாம்.

இரண்டு அல்லது மூன்று மணி நேரம் ஒளியை விழச் செய்து, நிறமாலை வரைவியைப் பயன்படுத்தி படம் எடுக்கலாம். பென்சீனின் இராமன் நிறமாலை படம் 5-4-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

### இராமன் விளைவின் பயன்கள்

- (1) அணுவின் அமைப்பினைப் பற்றி ஆய்வதற்கு போர் கொள்கை பயன்படுத்துவது போன்று, இராமன் விளைவு மூலக்கூறுகளின் அமைப்பைப் பற்றி ஆய்வதற்குப் பயன்படுகிறது.
- (2) இராமன் விளைவு மூலக்கூறுகளின் சுழற்சி, ஆற்றல், அதிர்வு ஆற்றல் ஆகியவற்றை ஆய்வதற்குப் பயன்படுகிறது. இதிலிருந்து மூலக்கூறுகளின் அமைப்பு, அணுக்கட்கிடையே உள்ள பிணைப்பாற்றல் ஆகியவற்றை அறியலாம்.
- (3) நிறமாலையின் நிறம், மூலக்கூறு அமைப்பு ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள தொடர்பு இராமன் விளைவு கொண்டு ஆராயப்பட்டது.
- (4) இராமன் விளைவினை அடிப்படையாகக் கொண்டு திடப்பொருட்களின் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன், உலோகங்கள் ஒளிர்தல் ஆகியவற்றை விளக்கலாம்.

## 2. இழை ஒளிச் செய்தித் தொடர்பு (Fibre optic communication)

(X) Smarke.

### a. அறிமுகம்

நீண்ட காலமாக நகரங்கட்கிடையேயும், நகரங்கட்குள்ளேயும், உலக அளவிலும் செய்திகளை எடுத்துச் செல்வதற்கு வடங்கள் (Cable) பயன்படுத்தப்படுகிறது. மிக அதிக அளவான செய்திகளை அனுப்ப வேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டதால், அதிக அளவான வடங்கள் பயன்படுத்த வேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டது. இவ்வமைப்பு



பெரியதாகவும். மேலும் இவற்றைப் பாதுகாப்பதும் கடினமாக உள்ளது. அதிகமான சேனல் (channel) தேவைகளை சரிசெய்வதற்காக மைக்ரோ அலைச் செய்தித் தொடர்பும். செயற்கை கோள் செய்தித் தொடர்பும் மிக அதிகமாகப்பயன்படுத்த ஆரம்பித்தார்கள். ஆனால் இந்த வகையான செய்தி தொடர்புகளும் ஒரு வரம்பிற்கு உட்பட்டவையாகும். மேலும் இவை முக்கியமாக நெடுந்தூர செய்தித் தொடர்புகட்கே பயன்படுகிறது. குறைந்த தூர செய்தித் தொடர்புகட்கும், நகரங்களில் செய்தித் தொடர்பிற்கும் இன்னும் வடங்களே பயன்படுத்தப்படுகிறது. பல தொலைபேசி தொடர்பு நிலையங்களை இணைப்பதற்கும், செயற்கோள் பூமி நிலையங்களை அவற்றிற்கான தொலைபேசி நிலையங்களுடன் இணைப்பதற்கும், மைக்ரோ-அலை நிலையங்களை அவற்றிற்கான தொலைபேசி நிலையங்களுடன் இணைப்பதற்கும் பல் உள்ளக ஓரச்சு வடங்கள் (multi core coaxial cables) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வழக்கமான தடங்கள் வழியாக செய்திகளை அனுப்பும்போது, செய்திகள் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த இழப்புகளைச் சரிசெய்வதற்கு அதிக எண்ணிக்கையிலான திருப்புவிப்பான் நிலையங்கள் (repeater stations) தேவைப்படுகிறது. சேனல் திறன் ஒரு வரம்பிற்கு உட்பட்டது. தாமிர வடங்களே அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நாளுக்கு நாள் இவற்றின் விலை அதிகமாகிக் கொண்டிருக்கிறது. வடங்கள் வழியாக செய்திகள் அனுப்பும்போது தோன்றுகின்ற இடர்பாடுகளை தவிர்ப்பதற்கு, இழை ஒளி அமைப்பு (Fibre optic system) தோற்றுவிக்கப்பட்டது. கண்ணாடியிலான ஒளியியல் இழை வழியாக செய்தி சுமந்து செல்கின்ற சைகைகள் அனுப்பப்படுகிறது. U.S.A. ஜப்பான், கனடா, U.K. போன்ற நாடுகளில் இழை ஒளியியல் அமைப்பு அமைத்து செய்தி அனுப்பப்படுகிறது. இந்தியாவில் முதன்முதலாக புனேயில் (Pune) இழை அமைப்பு அமைக்கப்பட்டது. இது சிவாஜி நகரில் உள்ள தொலைபேசி நிலையத்தையும் கண்டேன்மண்ட் தொலைபேசி நிலையத்தையும் இணைக்கிறது. இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள தூரம் 4 கிலோ மீட்டர். இந்த வடத்தில் 6 இழைகளும், 6 இணைப்புகளும் (joints) உள்ளன.

ஒளியின் அதிர்வெண்ணை ( $10^{15}$ Hz) ரேடியே அலையின் அதிர்வெண் ( $10^6$ Hz), மைக்ரோ அலைகளின் அதிர்வெண் ( $10^{10}$ Hz) ஆகியவற்றுடன் ஒப்பிடும்போது மிக அதிகமாகும். எனவே ஒளிக்கற்றைகளை செய்தித் தொடர்பில் பயன்படுத்தினால் ரேடியோ அலைகள், மைக்ரோ அலைகள் ஆகியவற்றின் வழியாக அனுப்புவதை



விட மிக அதிகமான செய்திகளை அனுப்பலாம். லேசர் கண்டுபிடித்த பின், செய்தியைத் தாங்கிச் செல்லும் ஒளி அலைகள் வளிமண்டலம் வழியாக அனுப்பும் பல சோதனைகள் வளிமண்டலம் வளிமண்டலத்திலுள்ள மூடுபனி போன்ற தடைப் பொருள்கள் இவற்றை எளிதில் உட்கவர்ந்து கொள்கின்ற காரணத்தால் செய்யப்பட்டன. ஒளி அலைகளை எடுத்துச் செல்வதற்கு ஒர் ஊடகம் தேவைப்பட்டது. செய்திகளை எடுத்துச் செல்வதற்கு ஒர் ஊடகம் தேவைப்பட்டது. இது உரோமத்தின் அளவு தடிமன் கொண்டதாகும். ஒளியியல் இழையாகும். செய்திகளை ஒர் இடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு சுமந்து செல்கிறது. இவை மிக அதிகமான செய்திகளைச் சுமந்து செல்வதுடன், இவற்றில் ஏற்படக்கூடிய இழப்பும் (0.2 dB/Km) மிகக் குறைவானதாகும். எனவே அடுத்தடுத்த திருப்புவிப்பான் நிலையங்கட்கிடையே உள்ள தூரம் 250 கி.மீ. அளவாக இருக்கலாம். ஆனால் தாமிர வடங்களைப் பயன்படுத்தும்போது ஒவ்வொரு திருப்புவிப்பான் நிலையங்கட்கிடையே உள்ள தூரம் ஒரு சில கிலோ மீட்டரே ஆகும். மேலும் ஒளியியல் அமைப்பின் விலையும் குறைவாகும்.

### 11. ஒளியியல் இழை (Optical fibre)

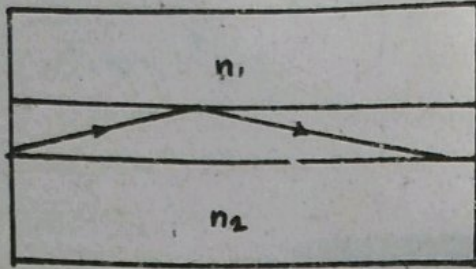
Assignment. dielectric  
கேள்விகள்

ஒளியியல் இழை அமைப்பில் ஒளியியல் சைகை ஒளியியல் இழைவழியாக அனுப்பப்படுகிறது. இது மின்கடத்தாப் பொருள் கண்ணாடியால் ஆனது. ஒளியியல் இழையின் நடுவில் மிக அதிகமான ஒளி விலகல் எண் கொண்ட வட்ட வடிவ உள்ளகம் உள்ளது. இந்த உள்ளகம் குறைந்த ஒளி விலகல் எண் கொண்ட பொருளால் மூடப்பட்டுள்ளது. இக்கூட்டமைப்பினை ஒளியியல் இழை என அழைப்பர். பொதுவாக இரு வகையான ஒளியியல் இழைகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அவை 1) ஒற்றை வகை இழை (Single mode fibre) 2) பல வகை இழை (multi mode fibre). ஒற்றை வகை இழையின் மைய உள்ளகத்தின் விட்டம் சில மைக்ரோ மீட்டர் அளவாகும். இந்த உள்ளகம் குறைந்த ஒளிவிலகல் எண் கொண்ட பொருளால் மூடப்பட்டுள்ளது. உள்ளகத்திற்கும், மூடப்பட்டுள்ள பொருளுக்கும் இடையே உள்ள ஒளிவிலகல் எண்களின் வேறுபாடு விழுக்காடு அளவாகும். இவை அகலமான பட்டை அகலப் பயன்பாடுக்கு அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

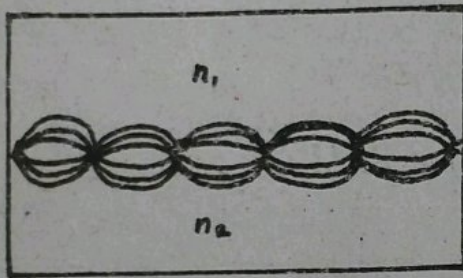
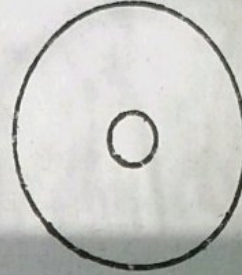
பல்வகை இழையின் மைய உள்ளகத்தின் விட்டம் 50 முதல் 60 மைக்ரோமீட்டர் அளவாக இருக்கும். இந்த உள்ளகம் குறைந்த



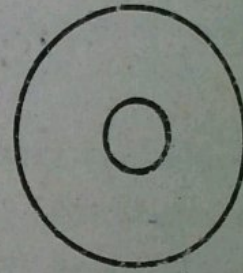
ஒளிவிலகல் எண் கொண்ட பொருளால் மூடப்பட்டுள்ளது. இவ்வகையான இழைகளில் பல வகைகளில் ஒளி பரப்பப்படுகிறது. இரு வகையான ஒளியியல் இழைகள் படம் 5-5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



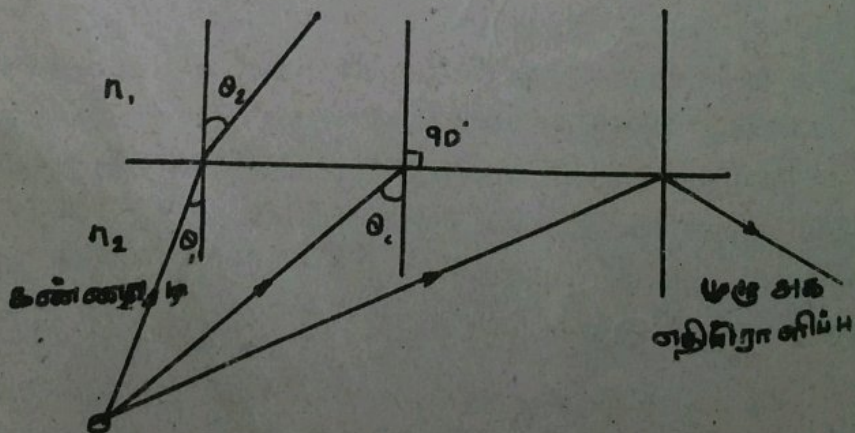
ஒற்றை வகை இழை



பலவகை இழை



படம் 5-5



படம் 5-6



ஒளியியல் இழையைச் சூழ்ந்து தாக்குதலைக் குறைப்பதற்கான பொருளால் சூழப்பட்டுள்ளது. பொதுவாக இது இழையின்மீது பூசப்பட்ட பொருளாக இருக்கும். இது ஒரு காப்பு உறையாகச் செயற்படுகிறது. இழையின் பரப்பில் கீரல் எதுவும் ஏற்படாமலும் அரிப்புகள் எதுவும் ஏற்படாமலும் இது தடுக்கிறது. மேலும் இது இழைக்கு வலிமையும் தருகிறது.

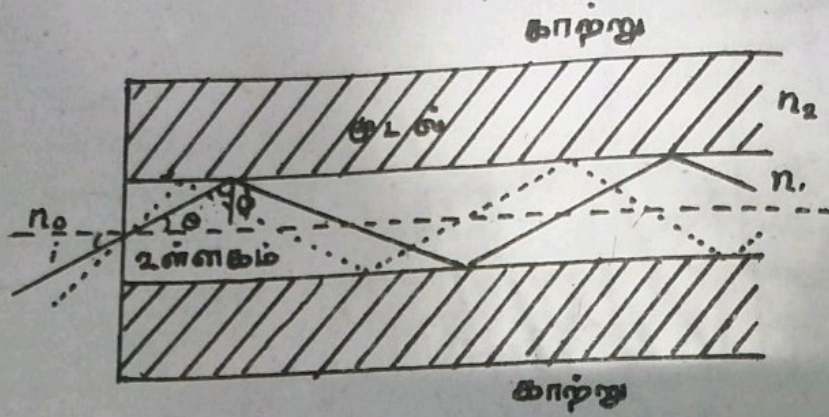
ஒளியியல் இழையின் வழியாக ஒளி கடத்தப்படுவது முழு அகதிரொளிப்பு (total internal reflection) தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது. ஒளி பரப்பல் தத்துவம் படம் 5-6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒளியானது ஒரு ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்குச் செல்லும்போது, ஒளிவிலகல் காரணமாக நேர்கோட்டுப் பாதையிலிருந்து விலகிச் செல்கிறது. ஸ்நெல் (Snell's) விதியின்படி படுகோணத்திற்கும், விலகல் கோணத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

இங்கு  $n_1$ ,  $n_2$  என்பவை முறையே முதல், இரண்டாவது ஊடகங்களின் ஒளிவிலகல் எண்களாகும். ஒளிக் கற்றையானது அடர்வு அதிகமான ஊடகத்திலிருந்து, அடர்வு குறைவான ஊடகத்திற்குச் செல்லும்போது, விலகல் அடைந்த கதிர் செங்குத்துக் கோட்டினை விட்டு விலகிச் செல்கிறது. படுகோணம் அதிகமாகும்போது, விலகல் கோணமும் அதிகமாகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட படுகோணத்திற்கு விலகல் அடைந்த கதிர் இரு ஊடகங்களையும் பிரிக்கும் பிரிதளம் வழியாகச் செல்கிறது. அதாவது விலகல்கோணம்  $90^\circ$ . ஆகும். இக்கோணத்திற்கான படுகோணத்தை மாறுநிலைக் கோணம் (critical angle) என்பர். படுகோணத்தின் மதிப்பு மாறுநிலைக் கோணத்தின் மதிப்பினைவிட அதிகமாக இருக்கும்போது, ஒளி விலகல் ஏற்படுவது கிடையாது. ஒளிக்கற்றையானது வந்த ஊடகத்தின் உள்ளேயே எதிரொளிப்படைகிறது. இந்நிகழ்வினை முழு அக எதிரொளிப்பு என அழைப்பர். முழு அக எதிரொளிப்பு தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஒளியினை ஒளியியல் இழையின் ஒருமுனையிலிருந்து மற்றொருமுனைக்கு பரப்பமுடியும். இவ்வாறு ஒளியானது ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொருமுனைக்குச் செல்லும்போது தோன்றுகின்ற ஆற்றல் இழப்பு மிகக் குறைவாகும்.

கண்ணாடியிலான ஒளியியல் இழை படம் 5-7-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மைய உள்ளகம் ஒளிவிலகல் எண் குறைவான பொருளால் மூடப்பட்டுள்ளது. உள்ளகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்  $n_1$





படம் 5-7

எனவும், மூடப்பட்ட பொருளின் ஒளிவிலகல் எண்  $n_2$  எனவும் கொள்வோம்.  $n_1 > n_2$  உள்ளகம்-மூடுபொருள் பிரிதளத்தின்மீது விழுகின்ற கதிரின் படுகோணம் மாறுநிலைக் கோணத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும்போது எதிரொளிப்பு அடைந்து ஒளியானது உள்ளகம் வழியாக முன்னேறுகிறது. இழையின் அச்சுடன் அமைக்கும் கோணமானது அதிகமாக இருக்கும்போது, ஒளிக் கற்றையானது இழையின் நீளத்தினைக் கடப்பதற்கு நீண்ட நேரம் எடுத்துக்கொள்கிறது. உள்ளகம்-மூடுபொருள் தளத்தில் ஒளி அமைக்கும்கோணம் மாறுநிலைக் கோணத்தைவிடக் குறைவாக இருந்தால், இவை உள்ளகத்தின் வழியாக முன்னேறுவது கிடையாது. இவை மூடுபொருள் வழியாக வெளியே சென்றுவிடுகிறது.

பொதுவாக உள்ளகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்  $n_1 = 1.48$ ; மூடுபொருளின் ஒளி விலகல் எண்  $n_2 = 1.46$ . உள்ளகத்தின் விட்டம்  $a = 50 \mu\text{m}$  இழையினுள் நுழைகின்ற கற்றை உள்ளகம் மூடுபொருள் பிரிதளத்தில் அமைக்கும் படுகோணம்  $\phi$ . மாறுநிலைக் கோணம்  $\phi_c$

$(= \sin^{-1} \frac{n_2}{n_1})$  விட அதிகமாக இருந்தால் முழு அக எதிரொளிப்பு

ஏற்படுகிறது. மேலும் ஒளியியல் இழை உருளை வடிவ சமச்சீர்தன்மை கொண்டொள்ளமையால், திரும்பத் திரும்ப எதிரொளிப்பு ஏற்பட ஒளி முன்னேறுகிறது. வளைந்த இழைகளில்கூட பல எதிரொளிப்பு ஏற்பட்டு ஒளி முன்னேறுகிறது.



மனிதன் கண்ணில் உள்ள ரெட்டினா அதிக எண்ணிக்கையிலான தண்டுகளும், கோன்களும் அடங்கியுள்ளது. இவற்றின் அமைப்பு ஒளியியல் இழையின் அமைப்பினைப் போன்றது. இவற்றின் அமைப்பு மின்கடத்தா உருளைத் தண்டு உள்ளது. இவற்றின் மையத்தில் ஒளிவிலகல் எண் குறைந்த மின்கடத்தாப் பொருள் உள்ளது. உள்ளகத்தில் விட்டம் சில மைக்ரோ மீட்டர் அளவாகும். இவற்றால் உட்கவரப்படும் ஒளி, மின் சைகையாக மாறி நரம்புகள் வழியாக மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

எண் திறப்பு

(Numerical Aparture)



Smooch

very Important

Assignment

படம் 5-7-ல் காட்டப்பட்டுள்ள ஒளியியல் இழையைக் கருதுவோம். இழையின் நுழைவு திறப்பில் விழுகின்ற படுகதிரினைக் கருதுவோம். இக்கதிர் இழையின் அச்சுடன் அமைக்கும் கோணம்  $i$ -எனக்கொள்வோம். ஒளி விலகலடைந்த கதிர் அச்சுடன் அமைக்கும் விலகல் கோணம்  $\theta$  எனக் கொள்வோம். இந்நிலையில் ஒளியானது காற்று ஊடகத்திலிருந்து, இழையின் உள்ளகத்திற்குச் செல்கிறது. வெளியே உள்ள ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்  $n_0$  எனவும் (பொதுவாக  $n_0 = 1$ ), ஒளியியல் இழையின் உள்ளகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்  $n_1$ -எனவும் கொண்டால், ஸ்நெல் விதியின்படி,

$$\frac{\sin i}{\sin \theta} = \frac{n_1}{n_0} \dots \dots \dots (1)$$

உள்ளகம்-மூடுபொருள் பிரிதளத்தில் விழுகின்ற கோணம் மாறுநிலைக் கோணமாக இருக்கும்போது விலகல் கோணம்  $90^\circ$ . ஆகும்.

$$\therefore \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin \theta} = \frac{1}{\sin \theta} \dots \dots \dots (2)$$

மாறுநிலைக் கோணம்

$$\sin \theta_1 = \frac{n_2}{n_1} \dots \dots \dots (3)$$

எனவே உள்ளகம்-மூடுபொருள் பிரிதளத்தில் விழுகின்ற கதிர்



முழு அக எதிரொளிப்படைய,  $\sin \phi$  -ன் மதிப்பானது  $\frac{n_2}{n_1}$  ஐ விட அதிகமாக இருக்க வேண்டும். எனவே முழு அக எதிரொளிப்படைய

$$\sin \phi (= \cos q) > \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots (4)$$

$$\cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$$

$$\therefore \sin^2 \theta = 1 - \cos^2 \theta$$

$$= 1 - \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^2$$

எனவே முழு அக எதிரொளிப்படைய

$$\sin \theta < \left( 1 - \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^2 \right)^{1/2} \dots\dots\dots (5)$$

சமன்பாடு (1)-லிருந்து

$$\sin i = \frac{n_1}{n_0} \sin \theta$$

$$= \frac{n_1}{n_0} \left( 1 - \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^2 \right)^{1/2} \dots\dots\dots (6)$$

எனவே முழு அக எதிரொளிப்படைய

$$\sin i < \frac{n_1}{n_0} \left( 1 - \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^2 \right)^{1/2}$$



$$< \frac{n_1}{n_0} \left[ \frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2} \right]^{1/2}$$

$$\therefore \sin i < \left[ \frac{n_1^2 - n_2^2}{n_0^2} \right]^{1/2}$$

சைனின் பெரும் மதிப்பு 1 ஆகும். எனவே  $(n_1^2 - n_2^2) \geq n_0^2$  உள்ள எல்லா  $i$ -மதிப்புகட்கும் முழு அக எதிரொளிப்பு தோன்றும்.  $n_0 = 1$  எனக் கொண்டால், கொடுக்கப்பட்ட கதிருக்கு  $\sin i$ -ன் பெரும் மதிப்பு

$$\sin i_m = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} \dots\dots\dots(8)$$

( $n_1^2 < n_2^2 + 1$  ஆக இருக்கும்போது)

$$\sin i_m = 1 \dots\dots\dots(9)$$

( $n_1^2 > n_2^2 + 1$  ஆக இருக்கும்போது)

இவ்வாறு ஒளியியல் இழையின் ஒரு முனையில் விழுகின்ற ஒளிக் கூம்பின் உச்சிக் கோணத்தின் பாதியின் மதிப்பு  $i_m$ -ஐ விடக் குறைவாக இருந்தால், ஒளிக்கற்றை இழையின் உள்ளகத்தில் முழு அகஎதிரொளிப்படைந்து, அதன் வழியாக முன்னேறிச் செல்லும். இக்கோணமானது இழையில் ஒளிச் சேகரிப்புத் திறனை (lightgathering power) அளவிடுகிறது. இழையின் எண் திறப்பினை (NA) கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு கொண்டு வரையறுக்கலாம்.

$$NA = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} \dots\dots\dots(10)$$

இது ஏறத்தாழ  $n_2 (2\Delta)^{1/2}$ -ற்குச் சமமாகும்.

$$\text{இங்கு } \Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_2} \dots\dots\dots(11)$$

ஒரலகு ஒளிவிலகல் எண் கொண்ட ஊடகத்திலிருந்து இழையை பொலிவூட்டும்போது, இழை உள்ளகத்தில் விழுகின்ற படுகதிரின் பெரும்க் கோணத்தின் சைன் ( $\sin$ ) எனவும் N.A ஐ வரையறுக்கலாம். N.A அதிகமாக இருந்தால் இழை அதிக வகைகளை அனுப்புகிறது. பெரிய



N.A அமைவதற்கு உள்ளகத்தின் கலப்பு (dopping) அதிகமாக இருக்க வேண்டும். இதனால் ரேலே சிதறல் ஏற்படுவதால் இழப்பு அதிகரிக்கிறது.

எடுத்துக்காட்டாக.

$$n_1 = 1.48,$$

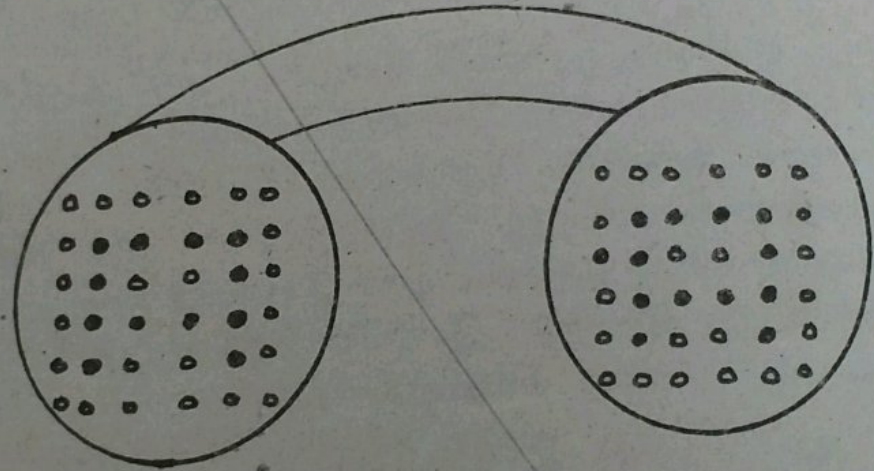
$$n_2 = 1.46 \text{ எனின்}$$

$$NA = 0.24 = 14^\circ$$

### ஒரியல் கட்டு (Coherent Bundle)

அதிக எண்ணிக்கையிலான ஒளியியல் இழைகளை ஒன்றாக அடுக்கிய அமைப்பினை கட்டு என்பர். இழைகள் முழுவதும் சீராக ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் அமைக்கப்படாத இழைகளின் தொகுப்பினை ஒரியலற்ற கட்டு (incoherent bundle) என்பர். இவ்வாறின்றி இழைகள் அனைத்தும்

சீராக ஒரு குறிப்பிட்ட வகையில் அமைக்கப்பட்ட அமைப்பினை ஒரியல் கட்டு என்பர். அதாவது கட்டின் உள்ளீடு



படம் 5-8

முனையிலும். வெளியீடு முனையிலும் உள்ள அமைப்பு இணையாக இருக்கும். இழையின் ஒரு முனை பொலிவூட்டப்பட்டால், இழையின் மறுமுனையில் ஒளிப் பொட்டு (light spot) தோன்றும். (படம் 5-8) ஆனால் ஒரியலற்ற கட்டின் மறுமுனையில் வெளியீடு பிம்பம் தெளிவாக இல்லாமல் கலப்பாக இருக்கும். இப்பண்பு கொண்டுள்ள காரணத்தால், ஒரியலற்ற கட்டினை குறியீடாக (Code) பயன்படுத்தலாம். பரப்பட்ட பிம்பத்தை வெளியீடு முனையில் இதே வகையான கட்டினைப்



பயன்படுத்தி மறுகுறியீடு (decoder) செய்யலாம். ஒரு கட்டில் ஆயிரக்கணக்கான இழைகள் இருப்பதால் மூல கட்டு அமைப்பு இல்லாமல் மறுகுறியீடல் கடினமானதாகும்.

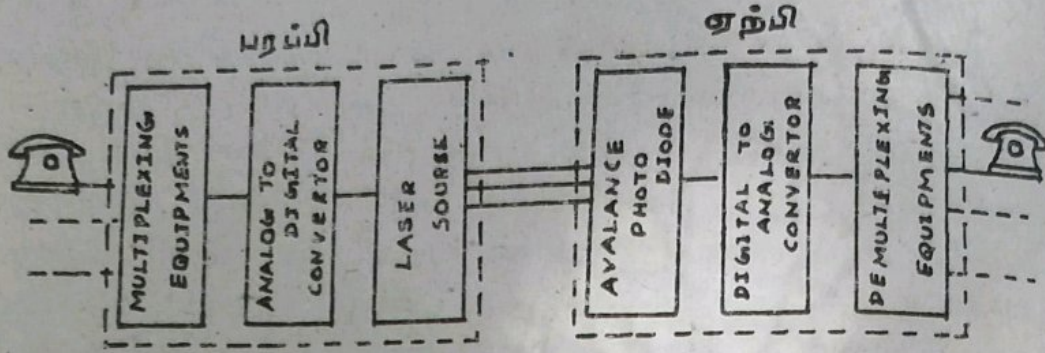
ஒரியல் கட்டு மிக முக்கியமாக இழை ஒளி உள்நோக்கியில் (Fibre optic endoscope) பயன்படுகிறது. இதனை மனித உடலினுள் செலுத்தி வெளியிலிருந்து உடலின் உட்பகுதியில் உள்ள பாகங்களைத் தெளிவாகப் பார்க்கலாம் பார்வை இடப்பட வேண்டிய பகுதியை பொலிவூட்ட கட்டு இழை உறையால் மூடப்பட்டு அதன் வழியாக உடலுக்குள் ஒளி அனுப்பப்படுகிறது. இழை நோக்கியில் 10,000 அளவான இழைகள் உள்ளன. இக்கட்டின் விட்டம் 1 மி.மீ அளவாக இருக்கும். இதனைப் பயன்படுத்தி 70 $\mu$ m அளவான பொருள் பகுத்தறியலாம். மற்ற முறைகளால் பார்க்க முடியாத எந்திரங்களின் பாகங்களை இழை ஒளி கட்டினைப் பயன்படுத்தி தெளிவாகப் பார்க்கலாம்.

### c. செய்தித் தொடர்பு (Communication)

#### இழை ஒளியியல் செய்தித் தொடர்பு அமைப்பு (Fibre optic communication System)

1880-ல் கிரஹாம் பெல் (Graham Bell) என்பவர் முதன்முதலாக ஒளி அலைகளை செய்தித் தொடர்பிற்கு பயன்படுத்தினார். இச்சோதனையில் பேச்சு ஒளிக் கற்றையால் பண்பேற்றி அனுப்பப்பட்டது. இது காற்றின் வழியாக ஏற்பியை அடைந்தது. பரப்பியில் ஒரு இடைத்திரை (diaphragm) உள்ளது. ஒளி மூலத்திலிருந்து வரும் ஒளி இடைத்திரையின் மீது விழுமாறு செய்யப்படுகிறது. எதிரொளிப்படைந்த கற்றை வில்லை வழியாகச் சென்று பரவளைய எதிரொளிப்பான்மீது விழுகிறது. இதில் எதிரொளிக்கப்பட்ட ஒளி செலினியம் செல்லில் (selenium cell) விழுகிறது. இதில் மின்சுற்றும், ஏற்புத் தொலைபேசியும் உள்ளது. பரப்பப்பட வேண்டிய ஒளி இடைத்திரையின்மீது விழும்போது அது அதிர்வடைகிறது. இதனால் இடைத்திரையில் எதிரொளித்த ஒளிக்கற்றை மாற்றமடைகிறது. இதனால் செலினியம் செல்லில் விழுகின்ற ஒளி அதன் மின்கடத்துத் திறனை மாற்றுகிறது. இது மின்சுற்றிலுள்ள மின்னோட்டத்தை மாற்றுகிறது. இந்த மாறுகின்ற மின்னோட்டம் தொலைபேசியில் ஒலியைத் தோற்றுவிக்கிறது.





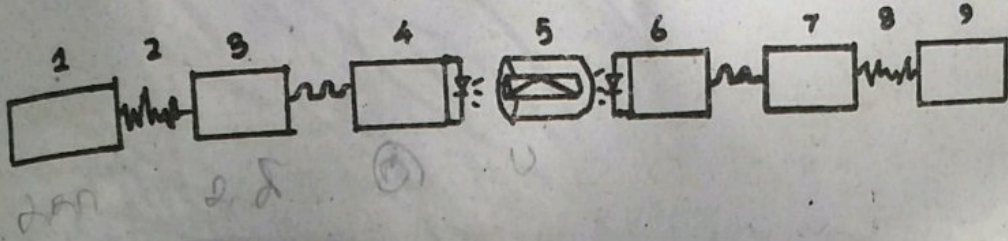
படம் 5-9

எளிய இழை ஒளியியல் அமைப்பு படம் 5-9ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அடிப்படை அமைப்பில் ஒரு பரப்பி உள்ளது. இது மின் சைகையை ஒளியியல் சைகையாக மாற்றுகிறது. ஒளியியல் இழை வடத்தினை சில நேரங்களில் ஒளியியல் வழித்தடம் (optical waveguide) என்பர். ஒளியியல் சைகை இந்த வடத்தின் வழியாக அனுப்பப்படுகிறது. ஏற்பு முனையில் ஒரு கண்டுபிடிப்பான் (detector) உள்ளது. இது ஏற்கப்பட்ட ஒளியியல் சைகையை மின் சைகையாக மாற்றுகிறது.

இழை ஒளியியல் அமைப்பில் பேச்சுச் சைகை (Speech signal) வழிகமான கருவிகளைப் பயன்படுத்தி எண்ணிலக்கு வடிவிற்கு (digital form) மாற்றப்படுகிறது. எண்ணிக்கை சைகை. ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்த இடைவெளி காலத்திற்கு சைகை உள்ளதா அல்லது இல்லையா என்பதைக் காட்டுகிறது. இது துடிப்பு (Pulse) வடிவில் அமைகிறது. பரப்பு முனையில் இந்த எண்ணிலக்கச் சைகைகள் ஒளி மூலத்தை மூடித் திறக்கிறது (on and off). ஒளி மூலம் மூடித் திறக்கின்ற நிகழ்வு பரப்பியின் உள்ளீடு முனையில் உள்ள பேச்சுச் சைகையைச் சார்ந்தது. இவ்வாறு தோன்றுகின்ற ஒளித்துடிப்புகள் ஒளியியல் இழையின் வழியாக ஏற்பி முனையில் உள்ள ஒளியியல் கண்டுபிடிப்பானை அடைகிறது. அதிகமான ஒளியியல் கண்டுபிடிப்பான்கள் 0.8 முதல் 0.9 மைக்ரோமீட்டர் அலைநீள நெடுக்கங்களில் செயற்படுகிறது. இந்த கண்டுபிடிப்பான்கள் மூடித் திறக்கின்ற ஒளித் திறனை எண்ணிலக்கச் சைகையாக மாற்றுகிறது. இந்த எண்ணிலக்கச் சைகை மீண்டும் பேச்சுச் சைகையாக மாற்றப்படுகிறது.



லேசர் கண்டுபிடிப்பிற்கு பின்பு ஒளியியல் செய்தித் தொடர்பு விரைவாக முன்னேறியது. ஒளிக் கற்றையை காற்றின் வழியாக நெடுந்தூரத்திற்கு அனுப்பமுடியாது. ஒளிச் செய்திகள் ஒளியியல் இழையின் வழியாக அனுப்பப்பட்டது. ஒளியியல் பரப்பி, ஒளியியல் இழை, ஒளியியல் ஏற்பி அடங்கிய ஒளியியல் செய்தித் தொடர்பு அமைப்பு படம் 5-10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 5-10

(1) தொலைபேசி: இதில் பேச்சுச் சைகையானது மின் சைகையாக மாற்றப்படுகிறது. இது ஒரு பெருக்கியைப் பயன்படுத்தி பெருக்கப்படுகிறது.

(2) கம்பி இரட்டைகள் (Wire pairs): பெருக்கியால் பெருக்கப்பட்ட மின் சைகைகள் குறியிடுவான்கட்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது

(3) குறியிடுவான் (Encoder): இங்கு தொடர் மின் சைகை எண்ணிலக்க மின் துடிப்புகளாக மாற்றப்படுகிறது. ஒப்புமை-எண்ணிலக்க மாற்றி (analogue to digital converter) மின் சைகையை துடிப்புகளாக மாற்றுகிறது.

(4) பரப்பி (transmitter): பொதுவாகப் பரப்பியில் சிறிய குறைக்கடத்தி லேசர் அல்லது குறைக்கடத்தி ஒளி உமிழ் டையோடு (LED) அமைந்திருக்கும். கேலியம் ஆர்சனைடு போன்ற சில படிகங்களின் வழியாக மின்னோட்டம் செல்லும்போது ஒளி உமிழப்படுகிறது. படிகங்களின் வழியாகச் செல்லக்கூடிய மின்னோட்டம் மாறும்போது, இவற்றின் மின்கடத்துத் திறன் மாறுகின்ற காரணத்தால், உமிழப்படும் ஒளியும் மாற்றமடைகிறது. குறியிடுவானிலிருந்து வரக்கூடிய மின் துடிப்புகள் இதற்கு உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. எனவே இதில் தோன்றுகின்ற ஒளியானது பரப்பப்பட வேண்டிய சைகைக்குத் தகுந்தவாறு பண்பேற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு மின் துடிப்புகள் குறியீடு சைகைகளாக மாற்றப்படுகிறது.



(5) ஒளியியல் இழை: ஒளியியல் துடிப்புகள் ஒளியியல் இழை வழியாக ஏற்பிக்கு அனுப்பப்படுகிறது. பரப்பிக்கும். ஏற்பிக்கும் இடையே உள்ள தூரம் மிக அதிகமாக இருந்தால். இடையில் சிலதிருப்புவிப்பான் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவை ஒளியியல் இழையின் வழியாக வரும் ஒளிச் சைகைகளை ஏற்று. பின்பு பெருக்கி. மீண்டும் ஒளியியல் இழை வழியாக ஏற்பியை நோக்கி அனுப்புகிறது.

(6) ஒளியியல் ஏற்பி: ஒளியியல் ஏற்பி. பரப்பியிலிருந்து வரக்கூடிய சைகைகளை ஏற்கிறது. இதில் ஒளி டையோடும் (Photodiode), பெருக்கியும் உள்ளது. இவற்றின் வெளியீடு குறியீடு செய்யப்பட்ட மின் துடிப்புச் சைகைகளாகும்.

(7) மறுகுறியீடுவான்: இதில் ஒரு எண்ணிலக்க-ஒப்புமை மாற்றி (digital to analogue converter) உள்ளது. ஒது எண்ணிலக்க சைகையை மீண்டும் தொடர் மின் சைகையாக மாற்றுகிறது.

(8) கம்பி இரட்டைகள்: இவை மறுகுறியீடுவானிலிருந்து வருகின்ற வெளியீடு தொடர் மின் சைகைகளை தொலைபேசிக்கு எடுத்துச் செல்கிறது.

(9) தொலைபேசி: இங்கு மின் சைகைகள் மீண்டும் ஒலி அலைகளாக மாற்றப்படுகிறது.

இவ்வாறு இழை ஒளியியல் செய்தித் தொடர்பு செயல்படுகிறது.

### இழை ஒளியியல் செய்தித் தொடர்பின் மேன்பாடுகள் (Advantage of Fibre optical communication)

(1) செய்தித் தொடர்புகளில் பரப்பக்கூடிய அலையின் அதிர்வெண் அதிகமாகும்போது. அதிகமான செய்திகளை அனுப்பலாம். ஒளியின் அதிர்வெண்களை மைக்ரோ அலை அதிர்வெண். ரேடியோ அதிர்வெண் ஆகியவற்றுடன் ஒப்பிடும்போது மிகமிக அதிகமாகும். எனவே இழை ஒளியியல் செய்தித் தொடர்பில் மிக அதிகமான செய்திகளை அனுப்பமுடியும்.

(2) மைக்ரோ அலை பரப்பியில் தாமிட வடங்கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எனவே இழப்பு அதிகமாகும். எனவே சில கிலோமீட்டர் தொலைவுகட்கிடைய திருப்புவிப்பான் அமைக்கவேண்டும். ஆனால் ஒளியியல் இழை வழியாக ஒளிச் செய்தி செல்லும்போது. தோன்றுகின்ற இழப்பு மிகக் குறைவு. எனவே 250 கிலோமீட்டர் தொலைவிற்கிடையே



திருப்புவிப்பான் அமைத்தால் போதுமானது.

(3) இழைகள் மின்கடத்தாப் பொருட்களால் ஆனது. எனவே குறுக்கீடு மின்காந்தச் சைகைகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

(4) வழக்கமான உலோகச் செய்தித் தொடர்பு அமைப்பில் குறுக்குப்பேச்சு (cross talk) மிக முக்கியமான குறைபாடாகும். ஆனால் ஒளியியல் இழையில் எவ்விதமான கசிவும் கிடையாது. எனவே ஒளியியல் இழைச் செய்தித் தொடர்பில் குறுக்குப்-பேச்சு இருக்காது.

(5) சைகைகள் எதுவும் கசியாத காரணத்தால் இதனை ராணுவசெய்தி தொடர்பில் பயன்படுத்தலாம்.

(6) இழைகள் மின்காந்த குறுக்கீட்டால் பாதிக்காது. எனவே இவை மின்கம்பிகளின் வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டத்தை ஏற்காது. எனவே இவற்றை உயர் மின்னழுத்தப் பகுதிகளில் பயன்படுத்தலாம்.

(7) உலோக வடங்களுடன் ஒப்பிடும்போது இழைகளின் அளவு மிகச் சிறியதாகும். எனவே இவை மிகக் குறைந்த அளவாக இருக்கும்.

(8) குறை இழப்பு இழைகள் தயாரிப்பதற்கு சிலிகா பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது இயற்கையில் மிக அதிகமாகக் கிடைக்கிறது. ஆனால் ஓரச்சு வடங்களில் தாமிரம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் விலை நாட்குநாள் அதிகமாகிக் கொண்டிருக்கிறது. ஆனால் இழையின் விலை குறைவாகும்.

#### d. இழை ஒளியியல் உணர்விகள் (Fibre optic sensors)



Smayk

10/12/20

முன்னுரை:

ஒளியியல் இழை செய்தித் தொடர்பு பயன்பாட்டிற்கு அடுத்தபடியாக மிக அதிகமாகப் பயன்படுத்தும் புலம் ஒளியியல் இழை உணர்வியாகும். இதில் பல மாறுபட்ட உள்ளீடு மாறிகள் (variable) ஒளிச் சைகையாக மாற்றப்படுகிறது. இழை உணர்வி மற்ற வகையான உணர்விகளைவிட பல வகைகளில் சிறந்ததாகும். இவற்றின் மேன்பாடுகள் கீழ்க்கண்டவையாகும்.

- (1) குறைந்த சைகை மெலிவு
- (2) சைகைக் கசிவு கிடையாது
- (3) உயர் செய்தித் திறன்



- (4) மற்ற வகைகளால் உணரப்பட முடியாத பகுதிகளைக்கூட எளிதில் உணர்தல்
- (5) எவ்வித மின்னோட்டமும் இல்லாத காரணத்தால் எவ்விதச் சூழ்நிலையிலும் பயன்படுத்தல்
- (6) மற்ற வழக்கமான உணர்விகளைவிட மிக அதிகமான உணர்வு நுட்பம்
- (7) மின்காந்தக் குறுக்கீடு, குறைவு
- (8) குறைந்த எடையும், பருமனும் கொண்டது
- (9) மிகக் குறைந்த செலவு
- (10) மிகத் தூரமான இடங்களிலிருந்துகூட இந்த உணர்வியைப் பயன்படுத்தலாம்.

பொதுவாக இழை ஒளியியல் உணர்வியில் ஒரு ஒளி மூலம் உள்ளது. ஒளி மூலத்திலிருந்து வருகின்ற ஒளி ஒரு ஒளியியல் இழையுடனும், ஒளியியல் கண்டுபிடிப்பானுடனும் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒளியியல் கண்டுபிடிப்பான் இழையின் வழியாக வருகின்ற சைகை தாங்கிய ஒளியை ஏற்கிறது. பயன்படுத்துகின்ற இழை பல்வகையாகவோ (Multi mode) அல்லது ஒற்றை வகையாகவோ (Single mode) இருக்கலாம். ஒளி கண்டுபிடிப்பான் ஒளிச் சைகையை மின் சைகையாக மாற்றி தேவையான வெளியீட்டினைத் தருகிறது.

ஒளியியல் இழை உணர்வியைப் பொதுவாக இரு வகைகளாகப் பிரிப்பர் (1) பல்வகை இழை ஒளியியல் உணர்வி (Multi mode Fibreoptic sensors) (2) ஒற்றை வகை இழை உணர்வி (Single mode Fibresensors). ஒரு வகையில் ஒளியியல் இழை ஒளிக் கற்றையை உணர்வுபரப்பிற்கு எடுத்துச் செல்வதற்கும், அதிலிருந்து கொண்டு வருவதற்கு மட்டுமே பயன்படுகிறது. அடுத்த வகையில் இழையே உணர்வியாகச் செயற்படுகிறது. இரண்டாவது வகையில் உணரப்பட வேண்டிய வெளிப்புலம் இழையின் வழியாகச் செல்லக்கூடிய ஒளியின் கட்டம் அல்லது வீச்சு அல்லது தளவிளைவினை மாற்றுகிறது. இதனைப் பின்பு கண்டுணரலாம்.

இழை ஒளியியல் உணர்விகள் ஒளியியல் புல அளவீடுகளிலும், காந்தப்புலம், மின்னோட்டம், சுழற்சி, முடுக்கம், திரிபு, அழுத்தம், வெப்பநிலை போன்ற அளவீட்டிலும் பயன்படுகிறது. இழை ஒளியியல் ஈஜராஸ்கோப்பினை (Fibre optic gyroscope) பயன்படுத்தி கொள்கை



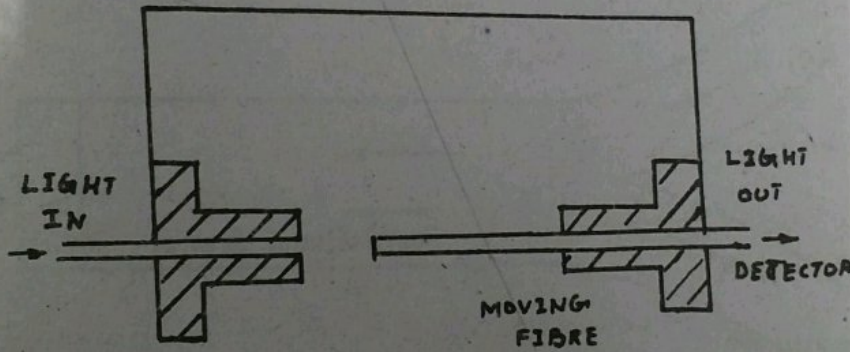
அளவில்  $10^{-3}$  டிகிரி/மணி அளவான சுழற்சியைக்கூட அளவிடலாம். பூமி ஒரு மணிக்கு 15. சுழலுகிறது. இழை ஒளியியல் ஒலியியல் உணர்வு (Fibre optic acoustic sensor) பூமிக்கடியில் உள்ள நீரோட்டக் கண்டுபிடிப்பில் பயன்படுகிறது.

### பல்வகை இழை ஒளியியல் உணர்வி

தத்துவம்: பல்வகை உணர்வியின். உணரப்பட வேண்டிய வெளிப் புலம் இழையின் வழியாகச் செல்லக்கூடிய ஒளியின் செறிவினை (intensity) மாற்றுகிறது. இதனைக் கண்டுபிடிப்பான் கண்டுபிடித்து. பகுத்துணர்கிறது.

### ஒலியியல் உணர்வி (acoustic sensors)

ஒலி அலையைக் கண்டுபிடிப்பதற்கான எளிய இழை ஒளியியல் உணர்வி படம் 5-11-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் தத்துவம் வளைசட்ட



படம் 5-11  
(cantilever) அனைப்பினை அடிப்படையாகக் கொண்டது. ஒலி அலையானது இழையினை அதிர்வுறச் செய்கிறது. இதனால் ஒரு இழைகளின் உள்ளகத்திற்கிடையே சார்பு குறுக்கு ஒழுங்கற்ற தன்மை தோன்றுகிறது. இந்தச் சார்பு ஒழுங்கற்ற தன்மையால் பிணைப்பு இழப்பு ஏற்படுகிறது. இதனால் இழையின் வழியாகச்செல்லும் சைகையின் செறிவு மாற்றமடைகிறது. இழையின் உள்ளக அளவு குறைவாக இருக்கும்போது, மைக்ரோபோனின் உணர்வு நுட்பம் மிக அதிகமாகும். உள்ளக விட்டம்  $5\mu\text{m}$  கொண்ட ஒற்றை வகை இழை,  $5\mu\text{m}$  இடப்பெயர்ச்சிக்குக்கூட 100% மாற்றம் ஏற்படுத்துகிறது. ஆனால்  $100\mu\text{m}$

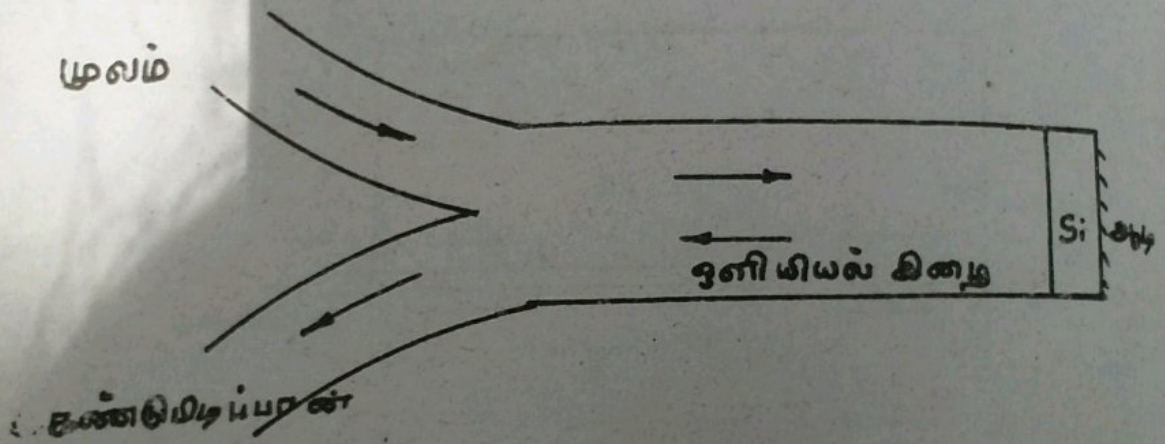


விட்டம் கொண்ட பல்வகை இழை.  $50\mu\text{m}$  இடப்பெயர்ச்சிக்கு மேல்தான் நேர்போக்கு உணர்வு நுட்பம்கொண்டுள்ளது. இக்கருவி  $100\text{Hz}$  முதல்  $1\text{KHz}$  வரையிலான அதிர்வெண் நெடுக்கத்தில் ஆழ கடல் இரைச்சல் மட்டம் (deep sea noise level) கண்டுணர்வதற்கும். சில ஆங்ஸ்ட்ராம் நிலை இடப்பெயர்ச்சியை கண்டுணர்வதற்கும் போதுமான அளவு உணர்வு நுட்பம் கொண்டுள்ளது.

### வெப்ப உணர்வி

#### (Temperature sensor)

கண்டுபிடிக்கப்படும் பகுதிக்கு ஒளி கொண்டு செல்வதற்கும். பின்பு அதிலிருந்து எடுத்து வருவதற்கும் பல்வகை இழையைப் பயன்படுத்தும் இழை ஒளியியல் வெப்ப உணர்வி சிலிகானின் மாறுகின்ற உட்கவரல் சிறப்பியலை அடிப்படையாகக் கொண்டது.  $1\mu\text{m}$  அலைநீளத்தில் உட்கவர்தல் வெப்பநிலையின் சார்பு (function) ஆகும். பல்வகை இழை வெப்ப உணர்வி படம் 5-12-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



#### படம் 5-12

வெப்ப உணர்வியில் பல்வகை ஒளியியல் இழை உள்ளது. இதன் ஒருமுனை மெல்லிய சிலிகான் ஏடால் பூசப்பட்டுள்ளது. பின்பு இம்முனை எதிரொளிப்பு பூச்சால் மூடப்பட்டுள்ளது. ஒளி மூலத்திலிருந்து தோன்றுகின்ற ஒளி இழை வழியாக அனுப்பப்படுகிறது. இந்த ஒளி சிலிகான் வழியாகச் சென்று எதிரொளிப்படைகிறது. எதிரொளிப்படைந்த ஒளி மீண்டும் சிலிகான் பகுதியைக் கடந்து. இழையின் வழியாகத்



திரும்புகிறது. சிலிகானால் உட்கவரப்பட்ட ஒளியின் அளவு வெப்பநிலையைச் சார்ந்து வேறுபடுகிறது. எனவே திரும்பி வந்த ஒளியின் செறிவு வெப்பநிலையின் உணர்வு திறனைச் சார்ந்தது. இவ்வகையான யுத்தியைப் பயன்படுத்தி  $0.001^{\circ}\text{C}$ -ற்கு குறைவான வெப்பநிலை வேறுபாட்டினைக்கூட அளவிடலாம்.

