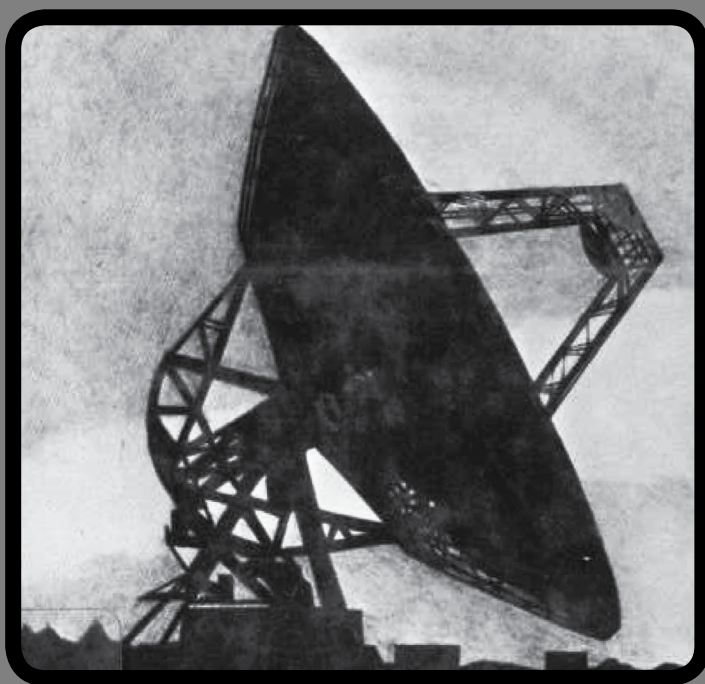


# நுண்ணலைகளைப் புற்ற நாய் அறிந்தது எப்படி?

ஐசக் அசிமோவ்

தமிழில்: Dr. உத்ரா துரைராஜன்

# நுண்ணலைகளைப் பற்றி நாம் அறந்தது எப்படி?



ஐசக் அசிமோவ்

தமிழில்: Dr. உத்ரா துரைராஜன்

# வியத்தகு அறிவியல்

How did we find out about Microwaves?

By Isaac Asimov

தலைப்பு: **நுண்ணலைகளைப் பற்றி  
நாம் அறிந்தது எப்படி?**

ஐசக் அசிமோவ்

தமிழில்: Dr. உத்ரா துரைராஜன்

மீள்பார்வை: ஸ்ரீபிரியா ராஜகோபால்

உதவி: உமா வீரமணி

பதிப்பு வருடம்: 2021

அட்டை வடிவமைப்பு: கு. கலைச்செல்வன்

புத்தக வடிவமைப்பு: தூரிகா தி கிரியேட்டிவ் ஸ்டூடியோ, ஊற்றங்கரை.

விலை: ரூ. 50



Learn and Educate

வெளியீடு:

**தூறல் புக்ஸ்**

# 69, Pillayar Koil Street, R.V.Nagar,  
Jafferkanpet, Chennai - 600 083.

Phone: 044 24892018

thooralbooks@gmail.com

www.thooralbooks.com

## பதிப்புரை

**தூ**றல் புக்ஸ் அறிவியல் நூல் வழியாக பதிப்பகத் துறையில் தன் இரண்டாம் அடியை எடுத்து வைக்கின்றது. குழந்தைகளுக்கான தரமான நூல்களை தரமான விலையில் கொண்டு சேர்க்கும் முயற்சியில் தூறல் புக்ஸ் தன் இயக்கத்தை செயல்படுத்தி வருகிறது.

அறிவியல் மேதை ஐசக் அசிமோவ் தன் அறிவியல் கட்டுரைகள் மூலம் இவ்வுலகிற்கு மிக சிறந்த பங்களிப்பை ஆற்றியுள்ளார். ரோபோ, மரபணு, விண்வெளி மற்றும் ஒளியின் வேகம் ஆகிய நூல்களைத் தொடர்ந்து மறுபடியும் அவரின் ஆக சிறந்த கட்டுரைகளை தொகுத்து தமிழில் “வியத்தகு அறிவியல்” என்று 10 சிறு நூல்களாக வெளியிட்டுள்ளோம். அதன் ஒரு சிறந்த நூல் உங்கள் கைகளில் இப்போது தவழ்கிறது.

இந்நூலை தமிழில் கொண்டு வருவதில் தன் மிக முக்கிய பங்கினை ஆற்றிய “ப்ராஜக்ட் கலெய்டாஸ்கோப்” குழுவினருக்கு எங்கள் மனமார்ந்த நன்றியினை தெரிவித்து கொள்கிறோம்.

## ப்ராஜக்ட் கலெய்டாஸ்கோப் (Project Kaleidoscope)

ப்ராஜக்ட் கலெய்டாஸ்கோப் என்ற இந்த திட்டம் இந்தியன் இன்ஸ்டிடியூட் ஆஃப் டெக்னாலஜி, மெட்ராஸ் (IIT madras) மூலம் இயங்கக்கூடியதும் பேராசிரியர் சீனிவாச சக்கரவர்த்தியின் மேற்பார்வையில் செயல்பட்டுக்கொண்டிருக்கும் ஒரு கனவு திட்டமாகும். இத்திட்டத்தின் நோக்கமானது ஆங்கில அறிவியல் நூல்கள் நம் தாய் மொழியில் எளிய நடைமுறையில் மொழி பெயர்க்கப்பட்டு சிறந்த நூல்களாக அனைவருக்கும் பயன்படக்கூடிய வகையில் கொண்டு சேர்ப்பதாகும். இவர்களின் பிற மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் கீழ்கண்ட வளைதளங்களில் காணலாம்.

[www.arvindguptatoys.com](http://www.arvindguptatoys.com)

<http://kaleidoscopetamil.blogspot.se/>

இந்நூல்களின் மொழிபெயர்ப்புகள் மற்றும் சீராய்வுகள் அனைத்தும் தன்னார்வலர்களால் உருவாக்கப்பட்டது. இந்நூல்களின் தயாரிப்புகளுக்கு MHRD மூலம் நிதி ஆதாரம் பெறப்பட்டுள்ளது.

வருங்காலத்தில் நீங்களும் தரமான அறிவியல் நூல் தயாரிப்புகளில் தங்களை ஈடுபடுத்திக் கொள்ள விரும்பினால் தொடர்பு கொள்ளுங்கள் [iitm.project.kaleidoscope@gmail.com](mailto:iitm.project.kaleidoscope@gmail.com) தொலைபேசி: + 91 44 2257 5125.

## மொழி பெயர்ப்பாளரை பற்றி

**D**r. உத்ரா துரைராஜன் அவர்கள் DG வைஷ்ணவா கல்லூரியின் இயற்பியல் துறை தலைவராக இருந்து வருகிறார். கற்பித்தலில் 25 ஆண்டு கால அனுபவசாலி. அவர் குழந்தைகள் மீதும் அவர்களின் உள்ளடக்கிய கல்வியல் முன்னேற்பாடுகள் குறித்தும் தீராத பற்றும் செயல்பாட்டாளராகவும் இயங்கக்கூடியவர். அதன் நோக்கமாக அறிவியலையும் மொழிபெயர்ப்பையும் தன் ஆயுதமாக பயன்படுத்தி வருகிறார். அரவிந்த் குப்தாவின் அறிவியல் வீடியோக்களுக்கு டப்பிங் கொடுத்துள்ளார். மேலும் பல நூல்களையும் மொழிபெயர்த்துள்ளார். அறிவியல் கருத்துக்கள் வரலாற்றோடும் புவியியலோடும் சேர்த்து கற்பிக்க வேண்டும் என்பதை உறுதியாக நம்புகிறார்.

## மீள்பார்வையாளரை பற்றி

**ஸ்ரீ** பிரியா ராஜகோபால் மேலாண்மை முதுநிலை பட்டதாரியான இவர், பதினேழு வருடங்கள் பெங்களூரில் பல கணிணி நிறுவனங்களில் பணிபுரிந்து விட்டு இப்போது ஒரு தற்காலிக பணி ஓய்வில் இருக்கிறார். தமிழ் மற்றும் ஆங்கிலத்தில் எழுதுவதிலும், படிப்பதிலும் ஆர்வம் உள்ளவர்.

## 1. நிறங்களும் அலைகளும்

1665 ஆண்டு, இருபத்துமூன்று வயதேயான ஆங்கிலேய விஞ்ஞானி ஐஸக் நியூட்டன் (1642-1727) ஒளியுடன் விளையடிக் கொண்டிருந்தார். தன் மூடிய அறையின் ஜன்னல்களில் இருந்த எல்லா திரைச்சீலைகளையும் இழுத்து மூடினார். அறையில் இருள் சூழ்ந்தது. ஒரேயொரு திரைச்சீலையில் மட்டும் மெல்லிய ஒரு கீறல் இருந்தது. அதன் வழியே சூரிய ஒளிக்கற்றை ஒன்று அறையில் நுழைந்தது. இக்கற்றை ஒரு கண்ணாடி முப்பட்டகத்தின் (prism) வழியே பாயும் படி செய்தார் நியூட்டன். அதன் வழியே சென்ற ஒளிக்கற்றை தனது பாதையில் இருந்து வளைந்து சென்றது. இதுவே “ஒளிச்சிதறல்” என்று அழைக்கப்படுகிறது.

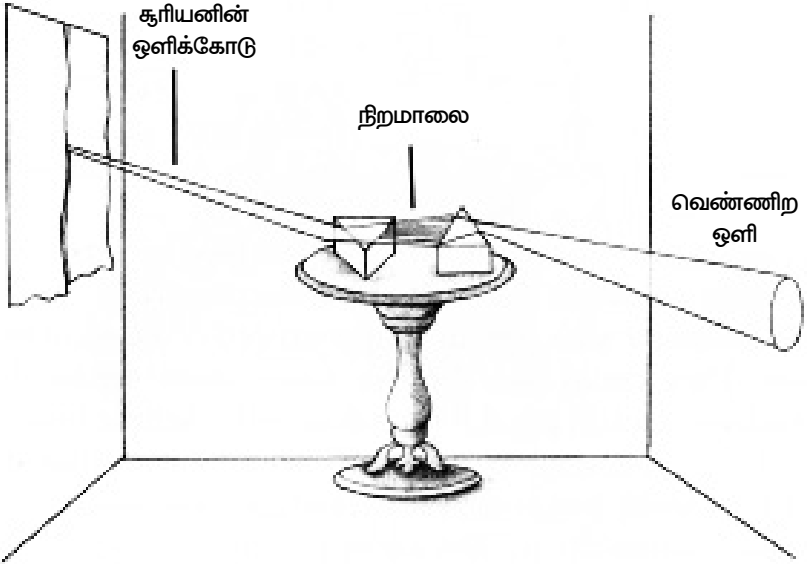
உட்புகு திசையிலிருந்து சற்று வேறுபட்ட திசையில் வெளிவந்த ஒளி, சுவற்றில் படர்ந்து, பல நிறங்கள் கொண்ட பட்டை அதாவது, நாம் அறிந்த வானவில் ஒன்றை உருவாக்கியது. ஒருவேளை முப்பட்டகம் ஒளியின் பாதையில் இல்லாதிருந்தால் சுவற்றில் படர்ந்த ஒளிக்கற்றை ஒரு வெண்ணிற வட்டமாக காட்சி அளித்திருக்கும். பட்டையின் ஒரு முனையில் சிவப்பாக இருந்தது. அதைத் தொடர்ந்து ஆரஞ்சு வர்ணமும், அடுத்து பச்சை, நீலம், என்று நிறங்கள் காணப்பெற்று இறுதியில் மற்றொரு முனை ஊதா நிறத்தை கொண்டிருந்தது.

நம்மைச் சுற்றி நாம் பல நிறங்களை பார்க்கிறோம். அவை திடப்பொருட்களின் நிறங்கள். அப்பொருட்களை நம்மால் தொட முடியும். ஆனால் நியூட்டன் அங்கே சுவற்றில் ஒளிக் கீற்றைக் கொண்டு உருவாக்கியிருந்த நிறங்களை நம்மால் தொட்டுணர முடியாது.

ஒளியினுள்ளேயே இருந்த நிறங்கள், திடப் பொருள்களின் மேலுள்ள நிறங்கள் போலில்லை. நம்மால் அந்த நிறப்பட்டைகளுக்குள் கை விட முடியும். அப்படி செய்யும் போது அந்த நிறம் நம் கைகளின் மேல் ஏறிக் கொள்ளும். இதுவே திடப் பொருட்களினில் உள்ள நிறங்களை நம்மால் அதனுள் கையை விட்டு அதன் நிறத்தை நம் மேல் படரச் செய்வது இயலாத காரியம். இதை ஏதோப் பேய் பிசாசின் வேலை போலத் தோன்றுகிறதல்லவா! பிசாசு (ghost) என்பதற்கான லத்தீன் வார்த்தை தான் ஸ்பெக்ட்ரம் (spectrum). சொல்லப்போனால், நியூட்டன், அதனாலேயே அந்த நிறமாலைக்கு (spectrum) ஸ்பெக்ட்ரம் என்று பெயரிட்டார்.

பெயர் இருக்கட்டும், அந்த நிறங்கள் எங்கிருந்து வந்தன? நம் கண்களுக்கு தெரியும் வெண்ணிற ஒளியானது, அந்த நிறங்களின் கூட்டுக்கலவை என்றே எண்ணினார் நியூட்டன். வெண்ணிற ஒளி முப்பட்டகத்தின் மீது பாயும் போது, அந்த ஒளி சிதறுகிறது. ஒவ்வொரு நிறமும் ஒவ்வொரு அளவில் சிதறுகிறது. இதனாலேயே நிறங்கள் பிரிந்து தனித்தனி பட்டைகளாய் காணப்படுகின்றன. நிறங்களுக்கு இடையே ஒருவேளை விலகல் அளவு வேறுபடவில்லை எனில், அவை ஒன்றாய் பயணித்து ஒரு வட்ட வடிவை தந்திருக்கும் இல்லையா? ஆனால் கிடைத்ததோ விலகி நிற்கும் நிறப்பட்டைகள்!

தன்னுடைய யுகம் சரியா என்று உறுதிச் செய்து கொள்ள நியூட்டன் ஒளியை ஒரு முப்பட்டகத்தின் வழியே செலுத்தி அது சுவற்றில் விழுமுன், மேலும் ஒரு முப்பட்டகத்தின் வழியே செல்லுமாறு செய்தார். ஆனால் இந்த முயற்சியில், இரண்டாவது முப்பட்டகத்தை தலைகீழாக வைத்தார். முதல் முப்பட்டகத்தில் பாய்ந்த ஒளியின் பாதை மாறி, சற்றே வேறு திசையில் பயணித்து, இரண்டாம் முப்பட்டகத்தினுள் புகுந்தது. முதல் முப்பட்டகக்-திலிருந்து வெளியேறும் போது பல நிறங்களாக பிரிந்த ஒளி, தலைகீழாக இருந்த இரண்டாம் முப்பட்டகத்தில் நுழைந்த போது ஒன்று சேர்ந்தது. பின்னர் அதுவழியே வெளியேறி, சுவற்றின் மேல் வட்ட வடிவ வெண்ணிற ஒளியாய் விழுந்தது. நியூட்டனின் யுகம் இவ்வாறு நிரூபணம் ஆனது. அதாவது பல வண்ணங்களின் கூட்டுக் கலவையே வெண்ணிறம். ஆனால் ஏன் இத்தனை



நியூட்டனின் முப்பட்டக பரிசோதனை

நிறங்கள், முப்பட்டகத்தின் வழியே செல்வதினால், அவை ஏன் வெவ்வேறு அளவுகளில் வளைகின்றன?. அந்தக் கேள்விகளுக்கு விடை கிடைக்கவில்லை.

அந்தக் கேள்விகளுக்கான விடைகளை கண்டுபிடிக்க, ஒளி என்றால் என்ன, அது எதனால் உருவாகிறது என்ற தெளிவு வேண்டியிருந்தது. ஆனால் நியூட்டன் காலத்தில் இதன் தெளிவு யாரிடமும் இல்லையென்றாலும் இரு வேறு சாத்தியக்கூறுகள் பரவலாக ஏற்றக்கொள்ளப்பட்டது.

முதல் கூறு - ஒரே நேர்க்கோட்டில் வேக வேகமாய் நகரும் மிகச் சிறிய துகள்களால் ஆன கீற்றே ஒளி.

இரண்டாவது கூறு - ஒரே நேர்க்கோட்டில் அதிவேகமாக நகரும் மிக மிகச் சிறிய அலைகளின் கூட்டே ஒளி.

சிறு தூரங்களில், தோட்டாக்கள் நேர்க்கோட்டில் பயணிப்பது பற்றிய பரிச்சயம் விஞ்ஞானிகளுக்கு இருந்தது. ஒலியானது காற்றில் அலைகளாய் பயணிக்கும் என்பதும் அவர்கள் அறிந்த



ஒன்றே. சலனமற்ற அமைதியான குட்டையில் சிறு கல்லை எறிந்தால், அதன் மேற்பரப்பில் எழும் அலைகளையும் அவர்கள் கவனித்திருக்கிறார்கள். அலைகளைப் பற்றிய புரிதலில், ஒன்று மட்டும் தெளிவாய் புலப்பட்டது. தடைகளை சுற்றி அலைகள் வளையும் என்பதே! நீரலைகள் அவ்வாறு வளைவதை நீங்கள் காணலாம். ஒரு அறையில், சுவரின் மூலையில் நின்று கொண்டு அந்தப்பக்கம் யாராவது பேசினாலும் அந்த ஒலியைக் கேட்க முடிகிறதில்லையா? அதாவது அந்த ஓசையானது அந்த மூலையில் வளைந்து அறையை அடைகிறது. அதற்கு நேர்மாறாக தோட்டாக்கள் மறுபக்கத்திலிருந்து மூலையில் வளைந்து அறைக்குள் நுழைய முடியாது இல்லையா? ஒளியும் அதுபோலத்தான். அறைக்கு அந்தப்பக்கம் யாராவது இருந்தால், அவரை நீங்கள் பார்க்க முடிவதில்லையே. ஒளியானது தடையைத் தாண்டி ஒரே நேர்க்கோட்டில் சென்று விடுகிறது.

இந்தக் காரணத்தால் தான், நகரக்கூடிய சிறு சிறு துகள்களால் ஆன கற்றையால் ஆனதாகத்தான் ஒளி இருக்கக்கூடும், அது அலைகளால் ஆனதாக இருக்க முடியாது என நியூட்டன் நினைத்தார்.

ஆனால், அவரோடு எல்லோருமே ஒத்துப் போகவில்லை. ஆலந்து நாட்டு விஞ்ஞானி க்ரிஸ்டியன் ஹைகென்ஸ் (Christian Huygens 1629- 1665) என்பவர் ஒளி அலைகளால் ஆனது என்று நினைத்தார். தடைகளைச் சுற்றி பெரிய அலைகளால் வளைவது எளிது, ஆனால் சிறிய அலைகளால் அவ்வாறு வளைய முடிவதில்லை என வாதிட்டார். ஒருவேளை ஒளி மிகச் சிறு அலைகளால் ஆனதாக இருக்கும் பட்சத்தில், அவற்றால் தடையை சுற்றி வருதல் இயலாத காரியம் என்றும் வாதிட்டார்.

விஞ்ஞானிகள் பலரும் நியூட்டனின் பக்கம் இருந்தனர். அவர் ஒரு மாபெரும் விஞ்ஞானி என மக்கள் காலப்போக்கில் புரிந்து கொள்ள தொடங்கினர். சொல்லப்போனால், தற்காலிக விஞ்ஞானிகள் அனைவருமே ஒப்புக் கொள்வது இதுவரை வாழ்ந்த விஞ்ஞானிகளிலேயே ஆகச் சிறந்தவர் நியூட்டன் தான் என்று.

இருந்தாலும் யானைக்கும் அடி சறுக்கும் என்பது போல மாபெரும் விஞ்ஞானி கூட சில சமயங்களில் தவறு செய்யலாம்.



கிரிஸ்டியன் ஹைகென்ஸ்

இந்த குழப்பத்தை தீர்த்து வைத்தவர் ஆங்கிலேய விஞ்ஞானி, தாமஸ் யங் (Thomas Young 1773-1829) என்ற மேதை அவர் ஒரு மருத்துவர் என்றாலும், தி என்ஸைக்ளோப்பீடியா ப்ரிட்டானிக்காவில் பல்வேறு துறைகளுக்கு பல விவரக் குறிப்புகள் எழுதியவர். எனிப்து மொழியின் பொருள் பற்றிய ஆராய்ச்சியைத் தொடங்கியவர் இவர். என்றாலும் ஒளி சார்ந்த பல ஆராய்ச்சிகளுக்காகவே இவர் இன்றும் நினைவுக் கூறப்படுகிறார்.

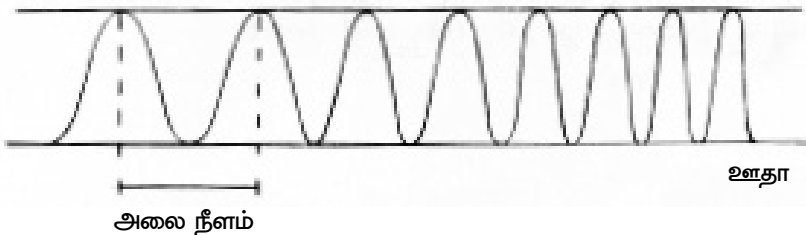
ஒலிப் பற்றி ஆய்ந்தறிந்திருந்தார் அவர். அதைப் பற்றிய ஒரு தெளிவு அவரிடம் இருந்தது. இரண்டு ஒலி அலைகள் ஒன்றையொன்று எதிர்க்கொள்ளும் போதோ, அல்லது கடக்கும் போதோ, சில சமயங்களில் ஒன்றினை மற்றொன்று அழித்து விடும். காற்று ஒரு ஒலி அலையைத் தாங்கி வந்து கொண்டிருக்கும். இன்னொரு ஒலி அலையைத் தாங்கி கொண்டு எதிர் திசையில் காற்று வந்து கொண்டிருக்கும். இவை இரண்டும் சந்தித்தால், அந்த இடத்தில் காற்றானது எந்தத் திசையிலும் நகராமல் அப்படியே நின்று விடும். அப்பொழுது அங்கே எந்த ஒலியும் இன்றி அமைதி

நிலவும். அந்த ஒலி அலைகள் ஒருவேளை வெவ்வேறு நீளத்தோடு இருக்குமேயானால் நீளமான அலை மற்றதை முந்தி செல்லும். இரண்டு அலைகளிலும் காற்று செல்லும் திசை ஒத்தாற்போல் இருக்கும். ஒலியின் அளவும் எப்போதையும் விட சற்றுக் கூடுதலாகவே இருக்கும். ஆனால் சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம், இரண்டு அலைகளும் இணைவது தவறி விடும். ஒலி அளவும் மெல்லக் குறைந்து அமைதி நிலவும். சிறிது நேரத்தில் மீண்டும் இணைவதும், ஒலி அதிகரிப்பதும், பின்பு அகலுவதும், ஒலி குறைந்து அமைதியும் என மாறி மாறி நடக்கும்.

இதன் பலனாக, இரண்டு அலைகள் சந்திக்கும் போது நீங்கள், அமைதியும், சத்தமும் மாறி மாறி உணரலாம். இவை தாளங்கள் (Beats) எனப்படும். சமயங்களில் இவை இனிமையாக இருக்காது.

ஒரு வேளை, ஒளியானது துகள் கற்றைகளால் ஆனதாக இருக்குமாயின், தாளங் களை நம்மால் ஒளியில் எதிர்ப்பார்க்க முடியாது. ஒரு துகள் மற்றொன்றை நீக்கி விட முடியாதே!

1801 ஆம் ஆண்டு, மிக அருகே அமைந்த இரண்டு குறுகலான பிளவுகளின் வழியே ஒளிக்கீற்று ஒன்றை செலுத்தி ஆய்ந்தார் யங். பிளவுகள் வழியே பாய்ந்த ஒளிக்கீற்று சற்று விரிந்து படர்ந்தது. சுவற்றில் விழுமுன்னரே இரண்டு அலைக்கற்றைகளும் ஒன்றோடு ஒன்று மேற்பொருந்தி விட்டிருந்தது. அப்படி விழும் போது மேற்பொருந்தாத இடங்களை விட மேற்பொருந்திய கற்றைகள் விழுமிடங்கள் பொலிவாக இருப்பதாக நீங்கள் நினைக்கலாம். அதுதான் இல்லை. இரண்டு கற்றைகளும் மேற்பொருந்திய இடங்களில், பொலிவுப் பட்டைகளும், கருமைப்பட்டைகளும் அடுத்தடுத்து தெரிந்தன. ஒளி அலைகள் சில புள்ளிகளில் இணைவதும், சில புள்ளிகளில் அழிந்தும் விடுகின்றன.



அதாவது ஒலியில் எப்படி தாளங்கள் உருவாகிறதோ அது போல ஒளியில் பட்டைகள் உருவாகின்றன.

இரு ஒளி அலைகள் ஒன்றையொன்று அழிக்கும் எனில், அவை குறுக்கிட்டுள்ளன என்றும், இதனை அலைகளின் குறுக்கீடு (interference) என்றும் கூறுகிறோம். எனவே அடுத்தடுத்து தோன்றய பொலிவு, கருமைப் பட்டைகளை குறுக்கீட்டுப் பட்டைகள் (interference fringes) என்று அழைக்கிறோம்.

இப்படியாக ஹைஜென்ஸ் சொன்னது சரி. நியூட்டனின் வாதம் தவறு என்று ஒரு வழியாக தீர்வு கிடைத்தது

ஒளி சிறு சிறு அலைகளால் ஆனது என்ற வாதம் சரியானது. அதோடு நின்றுவிடாமல், இந்த குறுக்கீட்டுப் பட்டைகளின் அகலத்தைக் கொண்டு அலைகள் எவ்வளவு நீளம் இருக்கும் என்றும் கணக்கிட்டார் யங். இதனை அலைநீளம் (wavelength), என்று குறிப்பிட்டார். ஒளியின் அலைநீளம் கிட்டத்தட்ட  $1/50000$  இன்ச் அளவிலானது என்று கணித்தார். அதாவது உங்களிடம் ஒரு இன்ச் நீள ஒளிக்கீற்று இருக்குமானால், ஒன்றன்பின் ஒன்றாக கிட்டத்தட்ட 50000 அலைகள் அதனுள் பொதிந்திருக்கும்.

எல்லா ஒளி அலைகளும் ஒரே அளவு கொண்டவை அல்ல. சிகப்பு நிற அலைகளின் அலைநீளம் மிக நீளமானதாகவும், ஊதா நிற அலைகளின் அலைநீளம் மிகச் சிறியதாகவும் இருக்கிறது. கொண்டது. அலைநீளம் குறையக் குறைய ஒளிவிலகலின் அளவு அதிகரிக்கிறது. எனவேதான் முப்பட்டகம் நிறங்களை பிரிக்கிறது.

நிறமாலையின் ஒரு முனையில் உள்ள சிகப்பு நிறத்தின் அலை நீளம்  $1/32000$  இன்ச். அதன் இன்னொரு முனையில் உள்ள ஊதா நிறத்தின் அலைநீளம்  $1/64000$  இன்ச். பிற நிறங்களின் அலைநீளம் இவற்றிற்கிடையே அமைந்துள்ளது. நிறமாலையின் நிறங்களான சிகப்பு, ஆரஞ்ச், மஞ்சள், பச்சை, நீலம், கருநீலம், ஊதா அவற்றின் அலைநீளவரிசைப் படியே அமையப்பட்டுள்ளது.

\*

## 2. நிறமாலையை நீட்டுதல்

நாம் ஏன் ஒளியையும் நிறத்தையும் காண்கிறோம்?

நம் கண்ணின் உள்ளே பின்புறத்தில் உள்ள மெல்லிய திசுதான் விழித்திரை (Retina).

ஒளியின் வெவ்வேறு அலைநீளம் பட்டைகளை உள்வாங்கும் திறனுள்ள வெவ்வேறு வேதிப்பொருட்கள் விழித்திரையில் உள்ளன. எல்லா அலைநீளங்களும் விழித்திரையில் விழும்போது அங்கிருக்கும் எல்லா வேதிப் பொருட்களும் தூண்டப்படுகின்றன. அது நம் கண்ணுக்கு வெள்ளொளியாய், சாதாரண வெளிச்சமாய் தெரிகிறது. மாறாக, ஒரு சில அலைநீளங்கள் மிக அதிகமாகவும், ஒரு சிலது குறைவாகவும் விழித்திரையை வந்தடையுமானால், அதற்கேற்றார்போல, அங்குள்ள ஒரு சில வேதிப்பொருட்கள் பிறவற்றை விட அதிகமாக தூண்டப்பட்டு வேலை செய்கின்றன. அதற்கேற்றாற் போல் பல நிறங்கள் தெரிகிறது.

விழித்திரையில் உள்ள வேதிப்பொருட்களை பாதிக்காத அலைநீளங்கள் ஏதேனும் உண்டா? அதனால் நம் கண்களுக்கு ஒளிப் புலப்படாமல் இருக்கமுடியுமா?

அதெப்படி சாத்தியம்?. நிறமாலையில் எங்கேனும் அலைநீளம் இருக்கும் எனில், நாம் பார்த்தாக வேண்டும் தானே? ஏதோ ஒரு நிறமாக நம் கண்ணுக்கு புலப்பட வேண்டும் இல்லையா ?

இது சரி என்றே தோன்றியது. மேலும் 1800 களுக்கு முன் வாழ்ந்த மக்கள், இதைப்பற்றி எல்லாம் நினைத்துக்கூட பார்க்கவில்லை. உங்கள் கண் பார்வை நன்றாக இருக்கும் பட்சத்தில், நீங்கள்.

பார்க்கும் ஒன்றுதான் ஒளி!. இது என்ன புதுசா? நம் கண்களால் பார்க்க முடியாத ஒளி என்று ஒன்று எப்படி சாத்தியம்?

ஆனால் வில்லியம் ஹெர்ஷல் (William Herschel, 1738-1822) எனும் ஜெர்மானிய ஆங்கில அறிவியலாளரின் சோதனைகளில் புதிதாய் ஒன்று புலப்பட்டது. மிகச் சிறந்த வானியலாளராக அறியப்பட்டவர். 1781 ல் யுரேனஸ் கோளைக் கண்டறிந்தவர் அவர்.

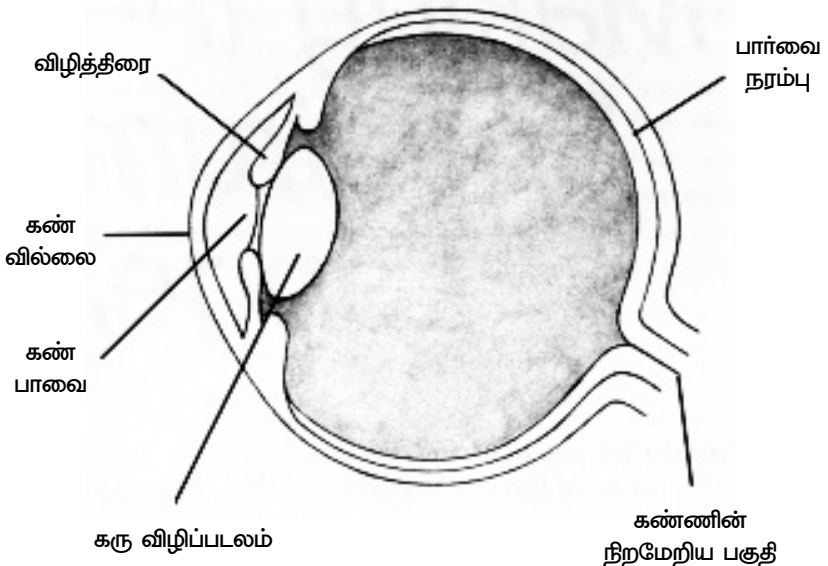
சிறந்த அறிவியலாளர்கள், பல துறைகளில் ஆர்வம் காண்பிப்பார்கள் என்பதற்கேற்ப, நிறமாலை பற்றிய ஆராய்ச்சியில் ஹெர்ஷல் ஆர்வம் கொண்டார்.

சூரியன் நமக்கு இரண்டினைத் தருகிறது.

ஒன்று - நம்மால் பார்க்கக்கூடிய ஒளி,

இரண்டு- நம்மால் உணரக்கூடிய வெப்பம்.

நம் எல்லோருக்கும் ஒன்று தெரியும். இரவு நேரங்களில் இருள் சூழ்வதோடு குளிரவும் செய்கிறது. ஒருவேளை வெப்பமும், வெளிச்சமும், ஒன்றாகவே சூரியனிடமிருந்து வருகின்றதோ

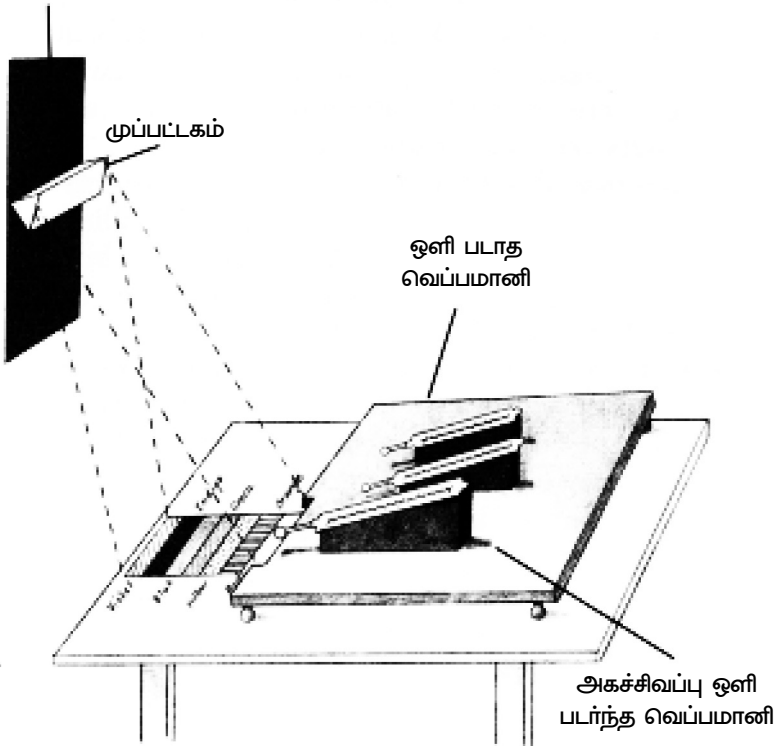


என யோசித்தார் ஹெர்ஷல். ஒளியிலிருந்து பெறப்படும் நிறமாலையில் வெப்பமானியின் குமிழ்ப்பகுதியை வைத்து வெப்பம் அதிகரிக்கிறதா எனச் சோதித்தார்.

ஆம்! வெப்பம் அதிகரித்தது!

நிறமாலையின் வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறு அளவிலான வெப்பத்தை வெளியிடுகிறதா என்றும் சோதித்தார். வெப்பமானியை ஊதாப் பட்டையில் வைத்து வெப்ப அளவைக் குறித்துக் கொண்டார். அடுத்து பச்சை என ஒவ்வொரு நிறப் பட்டையிலும் வைத்து வெப்ப அளவைக் குறித்தார். சிகப்பு நிறத்தை நோக்கி நகர நகர வெப்ப அளவு அதிகரித்தது. குறிப்பாக சிகப்பு பட்டையின் வெப்ப அளவு எல்லாவற்றையும் விட சற்று கூடுதலாகவே இருந்தது.

ஜன்னல்



வில்லியம் ஹெர்ஷலின் பரிசோதனை - வரைபடமாக

கொஞ்சம் அதிசயித்து தான் போனார் மனிதர்!. ஏனென்றால் நிறமாலையின் ஓரங்களில் வெப்பம் அதிகரிக்கும் அளவை விட, மத்தியில் மிகவும் அதிகமாக வெப்ப அளவு கூடும் என்று நினைத்திருந்தார். சரி, நிறமாலையின் சிகப்பு நிறத்திற்கு அப்பால் ஒளியற்ற பகுதியில் வெப்ப மானியை வைத்தால் என்ன நிகழ்கிறது என சோதித்து பார்த்தார் ஹெர்ஷல். ஒளியற்ற அந்தப் பகுதியில் வெப்பநிலை நிச்சயம் மாறாது என்று அவர் ஊகித்திருந்தார்.

அவரின் கணிப்பு பொய்த்தது! சிகப்பு பகுதியில் அதிகரித்ததை விடவும், அதிகமாய் வெப்ப அளவு அவ்விடத்தில் அதிகரித்தது. ஒளியைத் தராவிட்டாலும், சூரியன் அங்கே வெப்பத்தை உமிழ்ந்து கொண்டிருந்தான். ஹெர்ஷல் ஒரு புரிதலுக்கு வந்தார். சூரியனிடமிருந்து இரண்டு வகையான கதிர்கள் வருகின்றன. ஒளிக்கதிர்கள் மற்றும் வெப்பக் கதிர்கள். அப்படியானால் இரண்டு வெவ்வேறு நிறமாலைகள் உண்டல்லவா? ஒன்று, நாம் கண்ணால் காணக்கூடிய ஒளிசார்ந்த நிறமாலை, மற்றொன்று வெப்பமானி உணரக்கூடிய வெப்பமாலை. இரண்டு மாலைகளும் ஒன்றின் மேல் ஒன்று பொருந்தினாலும், ஓரளவு தனித் தனியாகவும் இருந்தன.

அடுத்த வருடம், அதாவது 1801 ஆம் ஆண்டில், ஜோஹன் வில்ஹம் ரிட்டர் (1776-1810) எனும் மற்றொரு ஜெர்மானிய அறிவியல் அறிஞர் புதிதாய் ஒன்றைச் செய்தார்.

வெள்ளியிலாலான ஒரு சில வெண்ணிற வேதிப்பொருட்களின் மீது ஒளி பட்டால், அவை நொதிந்துவிடும் என்பது அக்காலகட்டத்தில் தெரிந்த ஒரு விஷயம். வெள்ளியானது வேதிப் பொருட்களில் சிறு துகள்களாய்த் தெரியும் ஒளி பட்டதால் அந்த வெள்ளித் துகள்கள் கருத்து விடும். அதனால் வேதிப்பொருட்களும் கருப்பாய் மாறி இருக்கும்.

காகித துண்டுகளை அந்த வேதிப்பொருட்களில் தோய்த்தெடுத்து, பின்னர் நிறமாலையின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் அவற்றை வைத்து சோதித்தார் ரிட்டர். சிகப்பு நிறப் பகுதியில் வைக்கப்பட்ட காகிதம் கருக்கவில்லை. ஊதாப் பகுதிக்கு வர வர காகிதம் மெல்ல கறுத்து கொண்டே வந்தது. சாதாரண ஒளியில் வைக்கப்பட்ட



காகிதத்தை விடவும் ஊதா நிறப்பட்டை மேல் வைக்கப்பட்ட காகிதம் கருத்தது.

ஹெர்ஷெல்லின் சோதனைப் பற்றி ஏற்கனவே கேள்விப்பட்டிருந்த ரிட்டர், தோய்த்தெடுத்த காகிதத் துண்டு ஒன்றை ஊதாவிற்கு அப்பால் வைத்து சோதித்தார். ஊதாவில் வைத்ததைவிடவும், இங்கே வைத்த காகிதம் மடமடவென்று கருக்கத் தொடங்கியது. அட! இது என்ன? சூரியன் ஏதேனும் வேதியல் கதிர்கள் என்ற ஒன்றை தருகிறானா என்ன? மூன்று வித கதிரலைகள் உள்ளனவா? மூன்று வித சூரியக் கதிர் மாலையா? ஒன்றைக் கண்களால் காண முடியும். மற்றொன்றை வெப்பமானியால் அளக்க முடியும். பிரிதொன்றை வேதிப்பொருள் மூலம் கண்டுகொள்ள முடியும். ஒளி அலைகளின் குறுக்கீட்டு விளைவைப் பற்றிய யங்கின் சோதனை முடிவுகள் வெளியடப்படும் வரை எல்லாம் ஒரே குழப்பமாகத் தான் இருந்தது. அதற்குபின் தான் அறிவியலாளர்கள் ஒளியானது அலைகளால் ஆனது என்று உணர்ந்தார்கள்.

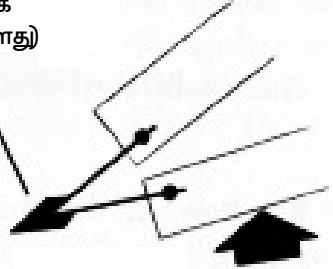
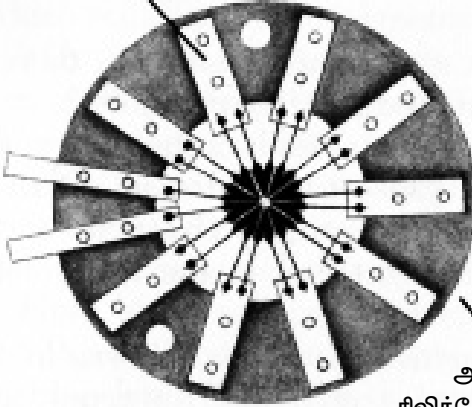
சிகப்பு நிற ஒளியைவிடவும் நீளமான அலைநீளம் கொண்ட கதிர்கள் இருக்கின்றன என்பதும் மனித விழித்திரையில் உள்ள வேதியப் பொருட்களால் இந்த நீளலைகளுடன் வினைபுரிய இயலவில்லை என்பதும் தெளிவாய் விளங்கியது. அதைப் போன்றே ஊதா நிறத்தின் அலைநீளத்தைவிடவும் குறைவான நீளமுடைய ஒளி அலைகள் உள்ளன என்பதும் அவற்றோடும் விழித்திரை வேதிப்பொருட்கள் வினைபுரிய முடிவதில்லை என்பதும் விளங்கியது.

இதன் மூலம் என்ன தெரிகிறது? நிறமாலையின் ஒரு பகுதியான ஊதாவிலிருந்து மற்றொரு பகுதியான சிகப்பு நிறம் வரை மட்டுமே நம்மால் காண முடிகிறது. ஆனால் சிகப்பு, ஊதா இரண்டிற்கு அப்பாலும், இரு புறத்திலும் நிறமாலை நீள்கிறது. ஆனால் நம் கண்களுக்கு அது தென்படுவதில்லை.

சிகப்பு நிறத்திற்கு அப்பால் உள்ள நிறமாலைப் பகுதியை அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் (infra red rays) என்று அழைக்கிறோம். Infra என்னும் வார்த்தை, கீழே என்பதைக் குறிக்கும் லத்தீன் பதத்திலிருந்து வந்தது. ஒரு நிறமாலையை நீங்கள் பார்க்கும் போது, ஊதா மேலேயும் சிகப்பு கீழேயும் இருக்குமாறு வைத்துக்

தட்டையான  
உலோக  
பட்டை

கூடான இணைப்பு  
(கதிர்வீச்சை ஈர்க்க  
கறுப்பாக்கப்பட்டுள்ளது)



மிக அருகில்  
காட்சிப்படுத்தப்பட்ட V  
வடிவ வெப்பமானி இரட்டை:  
இணைப்புகள் அணைத்தும்  
ஒரு புள்ளியில் சேரும்  
இடம் தான் கதிர்வீச்சுகள்  
ஈர்க்கப்படும் இடம்

அலுமினிய  
சிலிக்கேட்டு வளையம்

**நவீன அடுக்கு வெப்பமானி (பெரிதாக்கப்பட்ட காட்சி)**

கொள்ளுங்கள். அப்போது அகச்சிவப்பானது சிகப்பிற்கும் கீழே இருக்கும். தமிழில் அகம் என்பது உள்ளே என்ற பொருளில் வரும். சிகப்பு வருவதற்கு முன்பே வந்துவிடுவதால் அகச்சிவப்பு எனப்படுகிறது.

ஊதாவிற் கு அப்பால் உள்ள நிறமாலைப் பகுதி புற ஊதாக்கதிர்கள் (ultra violet rays) என அழைக்கப்படுகின்றன. Ultra என்ற வார்த்தை அப்பால், தாண்டி, எனும் பொருள் படும் லத்தீன் பதத்திலிருந்து வந்தது. ஊதாவிற் கு அப்பால் உள்ள பகுதிதானே புற ஊதா. (தமிழில் புறம் என்றால் வெளியே, அப்பால் என்றும் பொருள் படும்).

சரி அகச்சிவப்பும் சாதாரண ஒளியைப் போன்றதுதான், என்ன அலைநீளம் மட்டும் தான் அதிகம். மற்றபடி அதே ஒளிதான் என்று நாம் எப்படி உறுதிப்படுத்திக் கொள்ள முடியும்? நம்மால் தான் அகச்சிவப்புக் கதிர்களைப் பார்த்து ஆராய முடியுதே? அடடா!

நல்லகாலம் 1830ல் வெப்பத்தை உணர துல்லியமான ஒரு வழிமுறை வகுக்கப்பட்டது. அதுதான் thermopile எனப்படும் வெப்ப அடுக்குமானி.

18 ❖ நுண்ணலைகளைப் பற்றி நாம் அறிந்தது எப்படி?

இரு வேறு உலோகங்கள் இணைக்கப்பட்ட பட்டைகளின் அடுக்குத்தொடர் இது. மேலும் உலோக இணைப்பின் ஒரு முனை சூடாக்கப்பட்டால் அது மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்யும். மிகமிகச் சிறிய அளவு மின்சாரம் பாய்ந்தால் கூட அதை எளிதாய் அளக்க முடியும் என்பதால், மிகமிகச் சிறிய அளவிலான வெப்பத்தைக் கூட கண்டுபிடித்து விட முடியும்.

இத்தாலிய விஞ்ஞானி மேஸிடோனியோ மெலோனி (Macedonio Melloni, 1798-1854) இந்த வெப்ப அடுக்குமானியை மேலும் சிறப்பானதாய் வடிவமைத்தார். கண்கள் சாதாரண ஒளியைப் பார்ப்பதற்கு ஒப்பாக இந்த மானி அகச்சிவப்புக் கதிர்களைத் தொடர்ந்தது.

மேலும் சாதாரண ஒளி புகுவது போல அகச்சிவப்புக் கதிர்களால் சாதாரண கண்ணாடி வழியே புக இயலாது. அதனால், கல் உப்பால் (rock salt) ஆன லென்ஸ்களையும் முப்பட்டகங்களையும் பிரத்யேகமாக வடிவமைத்தார். அகச்சிவப்பு கதிர்கள் கல்லுப்பு வழியே மிக எளிதில் பாய்ந்தன.

சாதாரண ஒளியைப் போன்றே அகச்சிவப்பு அலைகளும் செயல்பட்டன என அவர் 1850ல் நிறுவினார். அகச்சிவப்பு அலைகளையும் எதிரொளிக்க முடியும், பாதை விலக்க முடியும் (reflect and refract).

நீங்கள் இரண்டு அகச்சிவப்பு நிறக் கதிர்களை எடுத்துக் கொண்டு அவற்றின் மூலம் ஏற்படும் அலைக் குறுக்கீட்டு பட்டைகளை கூட காண்பிக்க முடியும். இதன் மூலம் ஒரு தெளிவு பிறந்தது.

ஆமாம், இந்த நிறமாலை எவ்வளவு தூரம் தான் நீள்கிறது? அகச்சிவப்பிற்கும் புற ஊதாவிற்கும் அப்பால் ஏதேனும் இருக்கிறதா என்ன?

இதற்கான விடை ஆங்கிலேய விஞ்ஞானி ஜேம்ஸ் க்ளார்க் மேக்ஸ்வெல் (James Clark Maxwell 1831-1879) என்பவரின் ஆராய்ச்சியின் பலனாய் வந்தது. சொல்லப்போனால், அவருக்கு இருந்த மின்னியல், மற்றும் காந்தவியலில் உள்ள ஈடுபாடு அவரை ஒளியிலுக்கு அழைத்து வந்தது.

பழங்கால க்ரேக்கர்களுக்குக் கூட மின்னோட்டம் மற்றும் காந்தம் பற்றிய தொடக்கநிலைப் புரிதல் இருந்தது. 1800 களில் தான் கம்பிகளில் மின்சாரத்தை எவ்வாறு பாயவைக்க முடியும் என அறிஞர்களுக்குப் புலப்பட்டது. (How did we find out about electricity? By Isaac Asimov, walker 1973 மற்றும்.. தமிழில் kaleidoscope)

ஒரு கம்பியில் மின்சாரத்தை பாய்ச்சி அந்தக் கம்பியை காந்தம் போல மாற்ற முடியும் என்பது 1820 ல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதற்கு பிறகு ஒரு கம்பிச்சுருளின் மத்தியில் ஒரு காந்தத்தை நகர்த்திச் செல்லும்போது, அந்தக் கம்பியில் மின்சாரம் பாய ஆரம்பிக்கிறது என்று கண்டுபிடித்தனர்.

மின்னியலும், காந்தவியலும், தனித்தனியானவை என்றே பல காலம் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால் போகப் போக, இவை இரண்டும் நெருங்கிய தொடர்புடையவை போலத் தோன்றின.

இதுதான் மேக்ஸ்வெல்லின் ஆர்வத்தை தூண்டியது. இந்த தொடர்பின் இரகசியத்தைப் புரிந்து கொள்ள முனைந்தார் மேக்ஸ்வெல்.

இந்தத் தேடலில் கிட்டத்தட்ட ஒன்பது வருடங்கள் அயராது பாடுப்பட்டார் அவர். 1873ம் ஆண்டு நான்கு எளிய கணித விதிகளைத் தந்தார் அவர். இந்த நான்கு விதிகள் மின்னோட்டமும், காந்தமும், செய்த எல்லாவற்றையுமே விவரித்தன. இவற்றை மேக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகள் (Maxwell's Equations) என்று அழைக்கிறோம்.

மேக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகள் சரி எனும் பட்சத்தில் காந்தம் இன்றி மின்னோட்டம் தனியே கிடையாது, மின்னோட்டம் இன்றி காந்தமும் தனியே கிடையாது. சொல்லப்போனால் இரண்டும் சேர்ந்து ஒன்றினைத் தருகின்றன. அந்த ஒன்று தான் மின்காந்தவியல்.

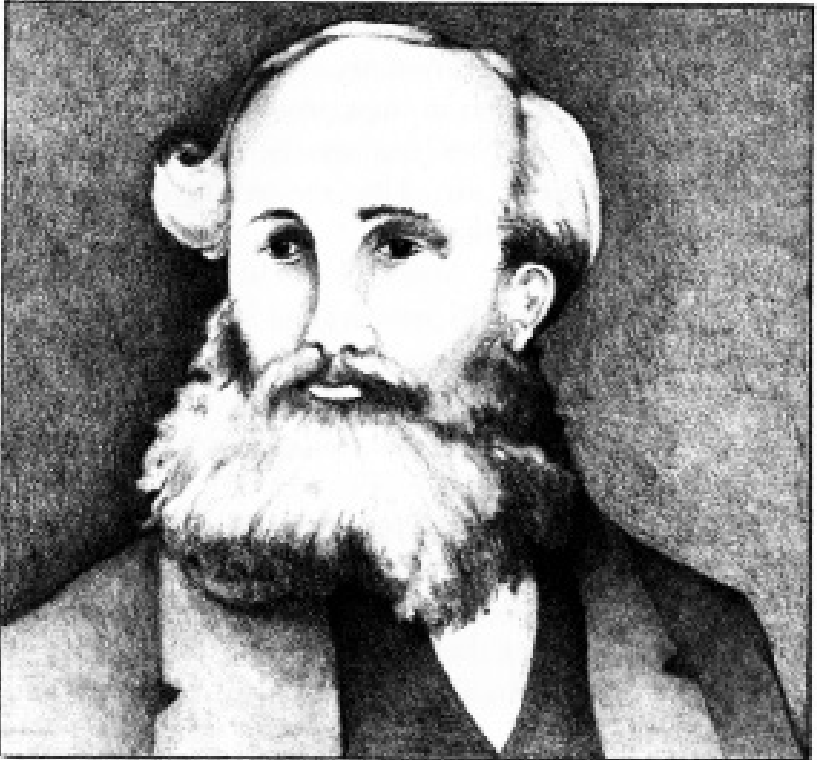
மேக்ஸ்வெல் ஒன்றை நிரூபித்தார். அதாவது மின்சாரம் பாய ஆரம்பித்தவுடன் அது காந்தப்புலனை உருவாக்குகிறது. உருவாகும் அந்த காந்தப்புலம் மின்சாரம்/மின்புலத்தை உருவாக்குகிறது, அது மீண்டும் காந்தப்புலன், என மாறி மாறி நடக்கிறது. இதனால் மின்காந்தப்புலமானது வெளிப்பக்கம் நோக்கி எல்லாத்

திசைகளிலும் பாய்ந்தோடுகிறது. இதுவே மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு எனப்படுகிறது.

தான் வகுத்த சமன்பாடுகளின் மூலம் எவ்வளவு விரைவாக இந்தப் கதிர்வீச்சு பரவும் என்று மேக்ஸ்வெல் கணக்கிட்டார். அது மிக வேகமான ஒன்று - கிட்டத்தட்ட நொடிக்கு 186,300 மைல்கள். அட ஒளியும் இதே வேகத்தில் தானே பாய்கிறது! மேக்ஸ்வெல் ஒரு முடிவுக்கு வந்தார். அதாவது ஒளியும் ஒரு மின்காந்தக் கதிர் என்பதே.

ஆமாம்! அது ஏன் ஒளி வெவ்வேறு அலைநீளத்தோடு உள்ளது? என்ன காரணமாக இருக்க முடியும்?

ஒரு மின்துகள் உடைய ஏதோ ஒன்று முன்பின்னாய் ஊசலாடும் போதோ, அதிரும் போதோ, மின்காந்த அலைகள் உருவாகின்றன.



ஜேம்ஸ் க்ளார்க் மேக்ஸ்வெல்

ஒவ்வொரு முறையும் அது முன்னும் பின்னும் நகரும் போது, ஒரு அலையை உருவாக்குகிறது. நொடிக்கு 60 ட்ரில்லியன் முறை அது ஊசலாடுகிறது என்று கருதலாம். ஒரு நொடியில் அந்தக் கதிரலை 186300 மைல்கள் கடந்திருக்கும் இல்லையா? அதன் பாதையில், அந்த தூரத்தில் 60 ட்ரில்லியன் சிற்றலைகள் இருக்கும். ஒவ்வொரு அலையும் இன்ச்சில் 1/50000 பகுதி அளவு நீளம் உடையது. இதுவே காணொளிக் கதிரின் அலைநீளம் கூட.

மேக்ஸ்வெல் வாழ்ந்த காலக்கட்டத்தில், அணுவுக்குள் என்ன இருக்கிறது, ஏதேனும் இருக்கிறதா என்பதெல்லாம் தெரியாது. அணுவுக்குள் மின்துகள்கள் இருக்கின்றன, அவை மிக வேகமாக அதிர்வதன் மூலம் ஒளியை உண்டாக்குகின்றன என்பதெல்லாம் இப்போது நமக்கு தெரியும். பல்வேறு வித அணுக்களில் உள்ள மின்துகள்களும் பல்வேறு வேகத்தோடு அதிர்கின்றன. அதனால் பலவித அலைநீளங்கள் உருவாகின்றன.

மேக்ஸ்வெல் ஒன்றைக் கோடிட்டுக் காட்டினார். மின்துகள்கள் குறிப்பிட்ட வேகத்தில் தான் அதிரவேண்டும் என எந்தவொரு குறிப்பையும் அவருடைய சமன்பாடுகள் தரவில்லை. எனவே அவை மிகமிக வேகமாக அதிர்வதன்மூலம், புற ஊதாக் கதிர்களை விடவும் குறைந்த அலைநீளத்தைக் கொண்ட மின்காந்தக் கதிர்கள் உருவாக செய்கிறது. அது போலவே, மிக மிக மெதுவாக மின்துகள்கள் அதிர்வதன் மூலம் அகச்சிவப்பை விட நீளமான மின்காந்தக் கதிர்கள் உருவாக செய்கிறது.

\*

### 3. ரேடியோ அலைகளும் நுண்ணலைகளும்

ஏதேனும் ஒன்று நிச்சயம் உள்ளது என்று கணித அறிஞர்கள் கூறுவதாலேயே அதை நம்ப வேண்டிய சூழ்நிலை எப்போதுமே விஞ்ஞானிகளுக்கு கொஞ்சம் சங்கடம்தான். விஞ்ஞானிகள் எதனை நோக்க வேண்டும், எதிர்பார்க்க வேண்டும் என கணித அறிஞர்கள் கணிக்கிறார்கள். அதன் பின் விஞ்ஞானிகள் அதனை நோக்கியே ஆராய வேண்டும்.

ஒரு பக்கத்தில் அகச்சிவப்பு நிறத்தை தாண்டியும், மறுபக்கத்தில் புற ஊதாவைத் தாண்டியும் மின் காந்த அலைகள் இருக்க கூடுமென்று சமன்பாடுகளின் மூலம் முன் மொழிந்தார் மேக்ஸ்வெல். இப்போது அதனைத் தேடி கண்டுபிடிக்க வேண்டியது தான் பாக்கி!

இதில் முதலில் சாதித்தவர் ஹைன்ரிக்ச் ருடால்ஃப் ஹெர்ட்ஸ் (Heinrich Rudolf Hertz, 1857-1894) எனும் ஜெர்மன் விஞ்ஞானி. ஹெர்ட்ஸ் 1888ல் மிக விரைவாக ஊசலாடும்/அதிரும் ஒரு மின்னோட்டத்தைக் கட்டமைத்தார். மின்சுற்றில் இரு உலோகப் பந்துகள் இருந்தன. அவற்றின் இடையே சிறிய காற்றிடைவெளியும் இருந்தது.

மின்னோட்டம் முதலில் ஒரு பந்தில் பாய்ந்தது. மின்னோட்டத்தின் திசை மாற்றப்பட்டது. திசை திரும்பியவுடன், அது மற்றொரு பந்தில் பாய்ந்தது. ஒவ்வொரு முறை ஏதேனும் ஒரு பந்தில் மின்னோட்டம் சீறிப் பாய்ந்தவுடன் இடைவெளியில் ஒரு நெருப்பு பொறி தோன்றியது.

மேக்ஸ்வெலின் கூற்று சரி எனில், மின் சுற்று அதிரும் போதெல்லாம் மின்காந்தக் கதிர்வைகள் தோன்ற வேண்டுமே

என யோசித்தார் ஹெர்ட்ஸ். இந்த கதிரலையின் அலைநீளம் அகச்சிவப்பு விடவும் அதிகமாகத்தான் இருக்க வேண்டும், இல்லையா?. ஆனால் இப்படியொன்று நிகழ்கிறது என்று எப்படி அவரால் நிரூபிக்க முடியும்?

மின்காந்தக் கதிர்களைக் கண்டறிய ஒரு சாதாரண சிறிய உலோக வளையத்தை உபயோகித்தார் ஹெர்ட்ஸ். அந்த வளையத்தின் இடையில் ஒரு இடைவெளி இருந்தது. ஊசலாடும் மின்சாரம் கதிர்வீச்சுகளை உண்டாக்குவது போலவே, கதிர்வீச்சும் ஒரு வேளை உருவாகி இருக்குமானால் ஊசலாடும் மின்னோட்டத்தை அது கம்பி வளையத்தில் உண்டாக்கும்.

ஆம், அது உருவானது!. ஹெர்ட்ஸின் கண்டறியும் வளையத்தில் சிறு பொறிகள் தோன்றின. அந்த அறையில் வெவ்வேறு இடங்களுக்கு அதனை எடுத்துச் சென்றார் ஹெர்ட்ஸ். அவை ஊசல் மேலே செல்லும் போதும் கீழே இறங்கும் போதும் பொறி பறந்தது.

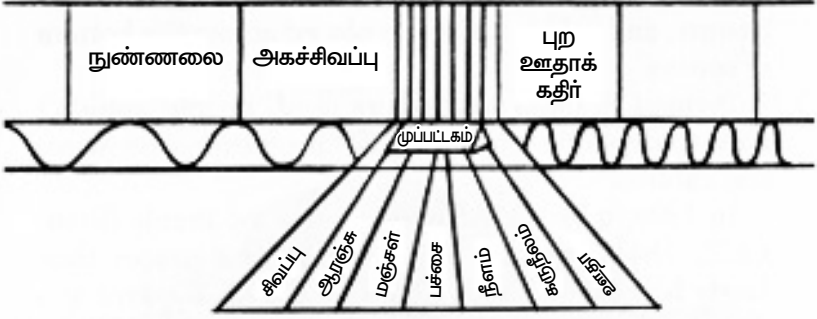
எவ்வளவு தூரம் மேலேயும், கீழேயும் சென்றதோ அவ்வளவு பளிச்சென பொறியும் தெரிந்தது. அலையானது மேலேயும், கீழேயும் இல்லாமல், ஏறத்தாழ நடுப்பகுதியில் இருக்கும் போதெல்லாம் ஹெர்ட்ஸ் பொறி எதையும் பதிவு செய்ய முடியவில்லை. இதன்மூலம் 2.2 அடி நீளம் அலைநீளமுள்ள கதிர்களை மின்னோட்ட அதிர்வு உண்டாக்கியது என அவர் கூறினார். இது சாதாரண ஒளியின் அலைநீளத்தை விட ஏறக்குறைய ஒரு மில்லியன் மடங்கு அதிகமாகும்.

இந்த மிக நீள மின்காந்தக் கதிர்களை “ஹெர்ட்ஸ் அலைகள்” என்று முதலில் அழைக்கப்பட்டாலும், பின்னாட்களில் அவை “ரேடியோ அலைகள்” என்று அழைக்கப்பட்டன.

நீளமாக வளர்ந்து வளர்ந்து அகச்சிவப்பு அலைகள் ரேடியோ அலைகளாக மாறுகின்றன. இரண்டு வித அலைகளுக்கும் இடையே மிகத் துல்லியமான பிரிவு என்பதென்றும் இல்லை. சௌகர்யம் கருதி, விஞ்ஞானிகள் ஒரு இன்ச்சின்  $1/25$  பகுதியை பிரிவுக்கோடாக கொள்கின்றனர். ஒரு இன்ச்சில்  $1/25$ ற்கும் குறைவாக அலைநீளம் இருக்குமேயானால் அவை அகச்சிவப்பலைகள், அதை விட அளவு குறைவாக இருந்தால்



## ஒளி



அது ஒளி அலைகளாக இருக்கக் கூடும். ஒரு இன்ச்சில்  $1/25$ க்கு அதிகமான அலைநீளம் இருக்குமெனில், அவை ரேடியோ அலைகள்.

ஒரு சில இன்ச் நீளம், ஒரு சில முழ நீளம், அல்லது பல மைல்கள் நீளம் என ரேடியோ அலைகளின் நீளம் எதுவாக வேண்டுமானாலும் இருக்கலாம். வேண்டுமானால் ரேடியோ அலைகளை நீங்கள் இவ்வாறு பகுக்கலாம்- நீள அலை, சிற்றலை, மற்றும் மிகச்சிறு சிற்றலை என.

மிகச்சிறு சிற்றலைகள் பொதுவாக நுண்ணலைகள் (Micro waves) என அழைக்கப் படுகின்றன. Micro எனும் சொல் சிறிய என்பதைக் குறிக்கும். இது ஒரு க்ரேக்கப் பதத்திலிருந்து வந்தது. ஒரு இன்ச்சின்  $1/25$  பகுதி நீளத்திலிருந்து ஏறக்குறைய  $6 \frac{1}{4}$  இன்ச் வரை நுண்ணலைகளின் நீளம் இருக்கலாம்.

ரேடியோ அலைகளைப் பற்றி அறிந்தவுடன் அறிவியல் ஆராய்ச்சியாளர்கள் இவற்றின் மூலம் தொலைவில் உள்ள இடங்களுக்கு சங்கேத குறிப்புகளை (signals) அனுப்ப முடியுமா என ஆராயத் தொடங்கினர். அதற்கு முன் ஐம்பதாண்டுகளாக தந்தி (telegraph) மூலம் தான் மக்கள் செய்திகளைப் பரிமாறிக் கொண்டிருந்தனர். அதற்கான தந்திக் கம்பிகள், கண்டங்கள் முழுவதும் உயரமான கம்பங்களின் இடையே பாய்ந்தன. மேலும் சமுத்திரங்களின் அடியிலும் கம்பிகளைப் பொருத்தினார்கள். ஒருவேளை ரேடியோ அலைகள் பயன்பாட்டிற்கு வந்தால் விலை

அதிகமான இத்தனை கம்பிகளை மட்டுமே மக்கள் சார்ந்திருக்க வேண்டாம் இல்லையா?

எடுஆர்ட் ப்ரான்லீ (Edouard Branly 1844-1940) எனும் ஃப்ரெஞ்ச் விஞ்ஞானி 1890ல் ஹெர்ட்ஸின் detector-ஐ விடவும் சிறந்த ஒன்றை வடிவமைத்தார். 150 முழங்கள்/தொலைவிற்கும் அப்பால் கூட ப்ரான்லீயால் ரேடியோ அலைகளைக் கண்டறிய முடிந்தது (detect).

ஆங்கிலேய விஞ்ஞானி ஆலிவர் ஜோசப் லாட்ஜ் (Oliver Joseph Lodge 1851-1940) இந்த கருவியை மேலும் சீராய் வடிவமைத்தார். அதன் மூலம், அவரால் அரை மைலுக்கும் அப்பால் கூட ரேடியோ அலைகளை கண்டறிய முடிந்தது.

மேலும் அவர் ரேடியோ அலைகளை புள்ளிகளாகவும், கோடுகளாகவும் (dots and dashes) அனுப்பினார். இதன் மூலம் அவரால் மோர்ஸ் சமிக்ஞைகள் (Morse code) மூலம் ஒரு செய்தியைக் கூட அலைபரப்ப முடிந்தது. (transmit)

மிக வெற்றிகரமான செய்முறையாளர் என இத்தாலிய விஞ்ஞானி குஹ்லீல்மோ மார்க்கோனி (Guglielmo marconi- 1874-1937) யைத் தான் குறிப்பிட வேண்டும். ஆன்டெனா எனப்படும் நீள செங்குத்தான கம்பிகளைப் பயன்படுத்தி மிக வலுவான சமிக்ஞையை அனுப்பினார், அவற்றை எளிதாய் பெறவும் செய்தார். (transmit and receive codes). பூச்சிகளின் தலைக்கு மேல் உள்ள நீளமான உணர்ப்பான்களுக்கும் ஆன்டெனா என்று தான் பெயர்.

1896ல் மார்க்கோனி ஒன்பது மைல் தொலைவில் கூட சமிக்ஞைகளை கண்டறிந்தார். இன்னும் சிறப்பாக அவரால் ஏதேனும் செய்ய இயலுமோ? ரேடியோ அலைகள் நேர்க்கோட்டில் செல்பவை, ஆனால் பூமிப் பந்தோ கீழ்நோக்கி உருண்டது. ஒன்பது மைல்களுக்கு பின்னர், ரேடியோ அலைகள் மேகங்களுக்கிடையே பாய்ந்து புறவெளியில் பாய்ந்து விடும்.

அதிர்ஷ்டவசமாக வளி மண்டலத்துக்கு மேலே மிக உயரத்தில் மின் துகள்கள் (charged particles) நிறைந்த அடுக்கு ஒன்றுள்ளது. இதன் பெயர் அயனி மண்டலம். (Ionosphere). ஏனெனில் இதில் மின்துகள்களுக்கு இன்னொரு பெயர் அயனிகள். (ions).



### குஹ்லீல்மோ மார்க்கோனி

அயனிமண்டலம் ரேடியோ அலைகளை பிரதிபலித்துவிடும் (reflect). ரேடியோ அலைகள் பூமிக்கும், வளிமண்டலத்துக்கும் மாறி மாறி ப்ரதிபலிக்கப்பட்டு, பூமிப் பந்தின் வளைவில் பயணம் செய்ய முடியும்.

1902 ஆம் ஆண்டு, டிசம்பர் 12 ஆம் நாள் மார்க்கோனி இங்கிலாந்தின் தென்மேற்கு முனைக்குச் சென்றார். அங்கே ஒரு பலுனிலிருந்து ரேடியோ அலைகளை அனுப்பினார். அந்த அலைகளை அட்லாண்டிக் மகா சமுத்திரத்தின் மறுபக்கமிருக்கும் ந்யூ ஃபெளண்ட் லேன்டில் கண்டறிந்தார். கம்பிகள் இன்றி, கதிர்கள் மூலமாகவே சமுத்திரத்தைக் கடக்கச் செய்து ஒரு செய்தியை அனுப்பியதனாலேயே கதிரலைத் தந்தி முறையின் (ரேடியோ டெலக்ராஃப்பி (radio telegraphy)) தந்தையாக மார்க்கோனி கருதப்படுகிறார். பின்னாளில் “ரேடியோ டெலக்ராஃப்பி” (radio telegraphy) எனும் சொல் “ரேடியோ” என பெயர் சுருக்கம் பெற்றது.

சில ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் கனடா- அமெரிக்க விஞ்ஞானி ரெஜினால்ட் ஆப்ரே ஃபெஸன்டன் (Reginald Aubrey Fessenden 1866-1932) என்பவர் ஒரு ஒலி அலை மாதிரி வேறுபாடு உடைய ரேடியோ அலைகளை உருவாக்கினார். இதன்மூலம், ஒலி அலைகளின் வேறுபாடுகளைத் தாங்கிய ரேடியோ அலைகளைத் தந்தன ஒலி அலைகள். எதிர் முனையில் வடிவமைக்கப்பட்ட

ரேடியோ அலைகளிலிருந்து மீண்டும் ஒலி அலைகளை பெறக் கூடிய தொழில்நுட்பம் பிறந்தது. இதன் மூலம், தொழில்நுட்பர்கள் ரேடியோ மூலமாக பேசவும் இசை பாடவும் வைத்தனர்.

1906ம் ஆண்டு டிசம்பர் 24ம் நாள் ரேடியோ மூலம் முதன்முறையாக இசையை ஒலிபரப்பினார்கள். ரேடியோவும், தொலைக்காட்சியும் வரும் வரை அடுத்தடுத்த மேன்பாடுகள் தொடர்ந்து நிகழ்ந்தன.

1930கள் வரை மிகச் சிறிய ரேடியோ அலைகளால் சொல்லக்கூடிய பயன்பாடுகள் எதுவும் இல்லை. பின்னர் தொலைவில் உள்ள பொருட்களை கதிரலைகள் உதவியால் கண்டுபிடிக்க முடியுமா எனும் கேள்வி எழும்பியது.

நமக்கு இது ஒன்றும் புதிதில்லை, ஏன் தெரியுமா? தொலைவில் உள்ளவற்றை நாம் இப்படித் தானே அறிகிறோம், தொலைவில் உள்ள பொருட்கள் ப்ரதிபலிக்கும் ஒளியைத்தான் நாம் காண்கிறோம். இதன் விளைவாய் தோன்றும் பிம்பம் தான், பொருளின் உருவம் மற்றும் நிறத்தையும் பொருள் உள்ள தொலைவையும் கணிக்க உதவுகிறது.

நம்மால் கடலுக்கடியில் உள்ளவற்றை பார்க்க முடிவதில்லை. ஒளியால் நீருக்குள் புகுந்து அதிக தூரம் போக முடிவதில்லை என்பதே காரணம். ஒலி அலைகள் நீருக்குள் செல்ல முடியும் ஆனால் இவற்றின் அலைநீளம் அதிகம் என்பதால் நீருக்கடியில் உள்ள சிறிய பொருட்களால் அவற்றை ப்ரதிபலிக்க முடிவதில்லை. அப்பொருட்களைக் சுற்றி வளைந்து செல்கின்றன ஒலி அலைகள்.

மிக மிகச் சிறிய ஒலி அலைகளை மீயொலி அல்லது கேளாஓலி (ultrasonic) என அழைக்கப்படுகின்றன. இலத்தீன் மொழியில் ultrasonic என்றால் ஒலியின் அப்பால் உள்ள என்று பொருள். மீயொலி என்பது மிக்சிறிய ஒலியைக் குறிக்கும்.

பால் லாங்கெவின் (Paul Langevin 1872-1946) எனும் ஃப்ரென்ச் விஞ்ஞானி கடலுக்குள் மீயொலியை அனுப்பி, அதன் ப்ரதிபலிப்பை கண்டறியும் ஒரு முறையை வகுத்தார். அந்தப் ப்ரதிபலிப்பைக் கொண்டே ஒலியைப் ப்ரதிபலித்த பொருளின் அளவு மற்றும் உருவத்தைக் கூறினார்.

மீயொலியை செலுத்தப்பட்டதற்கும், பின் ப்ரதிபலிக்கப்பட்டு வந்தடைவதற்கும் உள்ள நேர இடைவெளியை அளவிடுவதன் மூலம், பொருளின் தூரத்தைக் கணக்கிட முடிந்தது. இதுவே, Sound Navigation and Ranging, அதாவது ஒலியைப் பாய்ச்சி தூரத்தை அளவிடுவது எனும் பொருள்படும்படி இந்தத் தொழில்நுட்பம் பெயரிடப்பட்டது. இதன் சுருக்கமே சோனார் (sonar) என்பதாகும், தூரத்தை கணக்கிடுதல்!

முதலாவது உலகப்போரின் போது, பால் லாங்கெவின் இந்தத் தொழில்நுட்பத்தைக் கொண்டு நீருக்கடியில் இருக்கும் ஜெர்மனிய நீர்மூழ்கி கப்பலைக் கண்டறிய ஒரு திட்டம் வகுத்தார். ஆனால், அதை நிறைவேற்றும் முன்னரே ஜெர்மனியர்கள் தோற்று போர் முடிவுற்றது. அதன் பின்னர், இந்தத் தொழில்நுட்பம் சமுத்திரத்தின் ஆழம் அறிதல் போன்ற அறிவியல் விஷயங்களுக்காகப் பயன்படத் தொடங்கியது.

1930களில் ஜெர்மனியோடு ஒரு புதிய யுத்தம் தோன்றும் எனும் நிலை உருவானது. அப்பொழுது விமானங்கள் தான் மிகப் பெரும் அச்சத்தை உண்டாக்கின. நம் கண்களுக்கு புலப்படாமல் இரவு நேரங்களில் ஏதேனும் விமானம் நம்மை நோக்கி பறக்கிறதா, அல்லது மேகத்திற்கு மேலே வட்டமிடுகிறதா என்பதைத் தெரிந்து கொள்வது இன்றியமையாதாக இருந்தது. இதற்கு லோனார தோதல்ல. மிகவும் குறைந்த வேகம் உள்ள தொழில்நுட்பம் அது.

ஒளியின் வேகத்தில் பாயக்கூடிய மின்காந்தக் கதிர்கள் தேவைப்பட்டன. அவை மிக நீளமாகவும் இருக்கக் கூடாது. இருந்தால் விமானங்கள் அவற்றை ப்ரதிபலிக்காது. மிகச்சிறியதாக இருந்தாலும் பயனில்லை. பனிமூட்டம், மேகம் படர்ந்த காற்றை ஊடுறுவி வளிமண்டலத்திற்குள் செல்லக்கூடியதாய் அவை இருக்க வேண்டும். இதற்கு நுண்ணலைகளே சரியான தீர்வு என்று கண்டறியப்பட்டது - அவை மிக நீளமாகவும் இல்லை, சிறியதாகவும் இல்லை.

நுண்ணலை அதிர்வுகளை எவ்வாறு அனுப்புவது, ப்ரதிபலித்தபின் எவ்வாறு அவற்றைத் திரும்பப் பெறுவது எனும் வழிகளை விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்தனர். மேலும் அதிர்வுகள் வெளிச்செல்வதற்கும், திரும்பி பெறுவதற்கும் இடையே

உள்ள மிகச் சிறிய கால இடைவெளியைத் துல்லியமாய்க் கணிப்பதற்கான வழியையும் உருவாக்க வேண்டியதாய் இருந்தது. இதன் மூலம் தான் பொருளின் அளவையையும் அது இருக்கும் தூரத்தையும் கணக்கிட முடியும். இது ஒரு நொடியின் மிகச் சிறிய பகுதி.

1935ம் ஆண்டு வாக்கில், ராபர்ட் அலெக்ஸாண்டர் வாட்ஸன் வாட் (Robert Alexander Watson- Watt 1892-1973) எனும் ஆங்கிலேய அறிஞரின் திறனால் இது செயலாக்கம் பெற்றது. மிகச்சிறிய ஒலி அலைகளுக்குப் பதிலாக மிகச் சிறிய ரேடியோ அலைகளைப் பயன்படுத்தியதால், இது Radio Detection and Ranging அதாவது ரேடார் (RADAR) என அழைக்கப்பட்டது.



இரண்டாம் உலக போரின் கடற்கரையோர தொலைக்கண்டுணர்வி நிலையம்

1939ல் இரண்டாம் உலகப் போர் தொடங்கியது. ஆகாய வழியில் அலையாய் வந்த ஜெர்மன் விமானங்கள் 1940ல் இங்கிலாந்தைப் பயங்கரமாக தாக்கியது. இதுவே இங்கிலாந்துப் போர் (Battle of Britain) என்று அழைக்கப்பட்டது. ஜெர்மானியர்களிடம் பல விமானங்கள் இருந்தன, ஆனால் ஆங்கிலேயர்களிடம் ரேடார் கருவி இருந்தது. விமானங்கள் எங்கிருந்து வருகின்றன, எங்கே இருக்கிறது என எந்த சமயத்திலும் அவர்களால் சரியாக ஊகிக்க முடிந்தது. அதனாலேயே அவர்களால் துல்லியமாய் தாக்குதலை சமாளித்து எதிர் தாக்குதலை வெற்றிகரமாய்ச் செய்ய முடிந்தது. இதனால் இங்கிலாந்துப் போரில் தோற்றது ஜெர்மனி. முதல்

உலகப்போரில் தோற்றது போல இரண்டாம் உலகப் போரிலும் தோற்றது ஜெர்மனி.

உலகப்போர் ஓய்ந்ததும், ரேடாரும் நுண்ணலைகளும் அன்றாட வாழ்வியல் பயன்பாடுகளுக்கு உபயோகப்படுத்தப்பட்டது. வேகமாய் கார் ஓட்டுபவர்களைச் சட்டென்று பிடிப்பதற்கும், கார்களின் வேகத்தை கண்காணிக்கவும் ரேடாரைப் பயன்படுத்தியது காவல்துறை. பறந்து கொண்டிருக்கும் விமானங்களைக் கண்டுகொள்வதற்காக விமான நிலையங்கள் ரேடாரை உபயோகித்தன. இதனால் புறப்படும் விமானங்களும் தரை இறங்கும் விமானங்களும் மோதிக் கொள்ளும் அபாயம் தவிர்க்கப்பட்டது.

இல்லங்களில் நுண்ணலை அடுப்புகள் இடம் பிடித்தன. குழுட்டி அடுப்பின் மேலும் சிவந்த மின்சாரச் சுருள் அடுப்பின் மேலும் வைத்தே பொதுவாக உணவு சமைக்கப்பட்டது. மேலும் அதிக அளவிலான அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் மூலம் இது சமைக்கப்பட வேண்டிய பதார்த்திற்கு வெப்பத்தை அளித்தது.

அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் உணவிற்குள் அதிகம் புகமுடியாததால், அதன் வெளிப்புறம் மட்டுமே பல சமயங்களில் சூடாகியருக்கும். மெதுவாகவே வெப்பம் உள்ளுக்குள் புகும். ஒரு வான்கோழி சமைக்க அதை மிக அதிக நேரம் வாட்டினால் தான் அதன் உட்பகுதி வரை வெப்பம் சென்று சரியாக வெந்திருக்கும்.

நுண்ணலைகளின் அலைநீளம் மிக அதிகம், ஆகையால் பொருட்களின் உள்ளே ஆழமாகப் புக முடியும். மாமிசத் துண்டுகளின் உள்ளே புகுந்து, வெளியே மட்டுமின்றி உள்ளேயும் இது வெப்பத்தைச் சீராய் பரப்புகிறது.

தற்போது பல வீடுகளில் நுண்ணலை அடுப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அதற்கு ஏற்ப உணவுப் பொருட்களையும், பாத்திரங்களையும் தயாரித்து விற்பனை செய்கின்றன நிறுவனங்கள். இதைச் சுற்றியும் ஒரு பெருஞ்சந்தை வாணிபம் வளர்ந்து வருகிறது.

\*

#### 4. கோள்களும் நுண்ணலைகளும்

இரண்டாம் உலகப்போருக்குப் பின் நுண்ணலை அறிவியல் பயன்பாட்டிற்கும் வந்தது. உதாரணத்திற்கு விமானங்களால் மட்டுமின்றி, விண்கற்களாலும் ரேடாரிலிருந்து செலுத்தப்படும் நுண்ணலைகளைப் ப்ரதிபலிக்க முடியும். சாதாரணமாக விண்கற்களை இரவு நேரங்களில் அவை நம் வளிமண்டலத்தில் பாயும் போது அதுவும் அவை மிக அதிக வெப்பத்தினால் வெண்ணிறத்தில் மாறும் போது தான் நம்மால் அவற்றை காண முடியும். பகலில் நட்சத்திரங்கள் நம் கண்களுக்கு தெரிவதில்லை. அதுபோன்றே இந்த எரிநட்சத்திரங்களும் நம் கண்களுக்கு தெரிவதில்லை. ஆனால் ரேடார் துணையுடன் பகலலானாலும், இரவானாலும், நம்மால் அவற்றை எப்பொழுதும் காணமுடியும்.

தொலைதூரத்தில் உள்ள குறி கூட ரேடாருக்கு தெரியாமல் தப்ப முடியாது. உதாரணத்திற்கு 1946ல் ஒரு ரேடார் கற்றை நிலவினைச் சென்றடைந்து, எதிரொளிக்கப்பட்டு அதன் எதிரொளிகள் இங்கே சேகரிக்கப்பட்டன. பின் வந்த ஆண்டுகளில் வெள்ளி, புதன், செவ்வாய், வியாழன் போன்ற கோள்கள் ரேடார் கதிர்களைப் ப்ரதிபலித்தன. சூரியனிலும் பாய்ந்துப் ப்ரதிபலித்தது இந்தக் கதிர்கள்.

இந்த சோதனைகள் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. ஒரு நுண்ணலை அதிர்வு செலுத்தப்பட்டதற்கும், அதுப் ப்ரதிபலிக்கப்பட்டு மீண்டும் வந்தடைவதற்கும் உள்ள காலத்தைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் இந்த விண் கோள்களின் தூரத்தை விஞ்ஞானிகள் கணித்தார்கள். அக்காலக்கட்டத்தில் புழங்கிய எந்த ஒரு முறையையும் விட இந்த வழி மிக மேம்பட்டதாய், கிட்டத்தட்ட சரியான விடை தந்தது.



விண் கோள்கள் பற்றி நாம் அதுவரை அறிந்திராத பல புதிய தகவல்களை ரேடார் தந்தது. இதற்கு மேல் என்ன வேண்டும் சொல்லுங்கள்! சிறிய பொருள் ஒன்று ஒரு பெரிய பொருளைச் சுற்றி வருகிறது எனக் கருதலாம். அப்போது பெரிய பொருளானது சிறிய பொருளின் மேல் தன் அலைகளைத் தொடுக்கிறது. இந்த அலைகளால் உராய்வு ஏற்படுகிறது. தன் அச்சில் தன்னையே சுழலும் அந்தச் சிறிய பொருளின் சுழல்வேகம், உராய்வால் குறைகிறது. போகப்போக பெரியதைச் சுற்றி வரும் சிறிய பொருளானது தன் ஒரு பக்கத்தை மட்டுமே காட்டிக் கொண்டு மட்டுமே சுற்றுகிறது. இப்படித்தான் நிலவும் பூமியைச் சுற்றும்போது அதன் ஒரு பக்கம் பூமியை நோக்கியவாறு இருக்கும்படி சுற்றி வருகிறது.

புதன் கோளும் சூரியனைச் சுற்றி வரும்போது தன் ஒரு பக்கத்தை மட்டுமே காட்டிக் கொண்டு சுற்றுகிறது என்றே விண்ணயலாளர்கள் பல ஆண்டுகளாய் கருதி வந்தார்கள். அந்தப் பக்கம் எப்போதும் உக்கிர வெப்பமாய் இருக்க வேண்டும் என்றும், அதன் மறுபக்கம் இருண்டு கடுங்குளிராய் இருக்க வேண்டும் என்பது அவர்களின்கணிப்பு.

நம்மால் இப்போது அதனைத் தீர்மானமாய் சொல்ல முடியுமா? ஆம் முடியும்! ஏனெனில் ஒவ்வொரு கோளும் தான் மின்காந்தக் கதிர்களை வெளியிடுகிறதே! சூடாக வெளிவரும் அலைகளின் நீளம் குறையும். நம்மால் பார்க்கக் கூடிய ஒளி அலைகள் உமிழப்பட வேண்டுமெனில் பொருளின் வெப்பம் கடுமையாக இருக்க வேண்டும். குளிர்ந்த பொருட்கள், நம் கண்களுக்குப் புலப்படாத நுண்ணலை போன்ற அலைகளையே வெளியிடும்.

1962ல் புதனின் இருண்ட பகுதியிலிருந்து வெளியேறிய நுண்ணலைகளைக் கண்டுபிடித்தார்கள் வானியலாளர்கள். அது மிகவும் சிறியது. எனவே புதனின் இருண்டப் பகுதி எண்ணியதை விட சற்று வெம்மையாக இருக்கலாமோ என யோசித்தார்கள். அவ்வப்போது ஞாயிறு தன் வெங்கதிரால் புதனை நனைக்கிறது என்றும் வியந்தார்கள்.

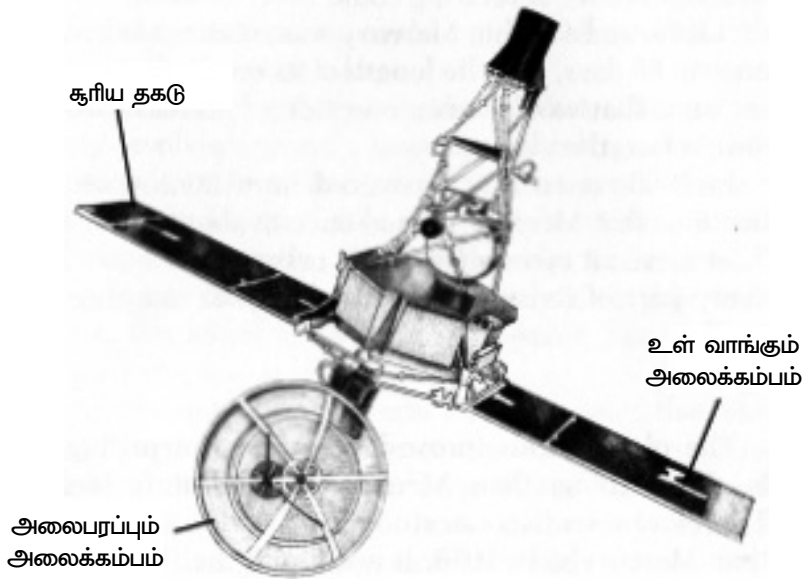
நுண்ணலைக் கற்றை ஒன்றை புதனுக்குச் செலுத்தி அதன் ப்ரதிபலிப்பை ஆய்ந்தார்கள் விண்ணியல் விஞ்ஞானிகள்.

ஒருவேளை புதன் ஓர் அச்சில் சுழன்று கொண்டிருக்குமானால், அந்த சுழற்சியால் செலுத்தப்பட்ட நுண்ணலைகளில் சலனம் ஏற்படும். ப்ரதிபலிக்கப்பட்டு நம்மை அடையும் நுண்ணலைகளிலும் அந்தச் சலனம் தெரியும். எந்த அளவு சலனம் ஏற்பட்டுள்ளதோ அந்த அளவைக் கொண்டு புதனின் சுழல் வேகத்தைக் கணக்கிட முடியும்.

சூரியனைச் சுற்றி வர புதனானது எடுத்துக்கொள்ளும் காலம் 88 நாட்கள். ஒருவேளை தன்னைத் தானே ஒருமுறை சுழன்று வரவும் புதன் இதே காலஅளவை எடுத்துக்கொண்டால், புதனின் ஒரு பக்கம் சூரியனை நோக்கியே இருக்குமல்லவா? ப்ரதிபலிக்கப்பட்டு நுண்ணலைகளில் ஏற்பட்டிருந்த சலன அளவைக்கொண்டு விண்ணறிஞர்கள் 1965ம் ஆண்டில் புதன் கோளானது தன்னைத் தானே சுழற்றிக் கொள்ள கிட்ட தட்ட 58 லு நாட்களை எடுத்துக் கொள்கிறது என கணக்கிட்டார்கள். அப்படியானால் அது மிகவும் மெதுவாகச் சுழல்கிறது. அதன் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் ஏதோ ஒரு சமயத்தில் சூரிய ஒளி விழுகிறது என்றும் கண்டறிந்தார்கள்.

வெள்ளிக்கோள் மேலும் பல ஆச்சரியங்களை தந்தது. புதனை விட வெள்ளி நம் அருகே உள்ளது. அளவிலும் பெரியது அது. அதனால் வெள்ளியின் இருப்பகுதியை ஆராய்வது கொஞ்சம் சலபமாய் இருந்தது. 1956ல் நுண்ணலை ஆய்வு வெள்ளியை சற்றே வெப்பம் அதிகம் உள்ளதாக காட்டியது. வெள்ளி ஒரு அடர்த்தியான வளிமண்டலத்தால் மூடப்பட்டது, ஆனால் புதனுக்கோ அது ஒன்றும் கிடையாது. ஒருவேளை வெள்ளி குளிர்ந்ததாகவும் அதன் மேல், உயரத்தில் படர்ந்துள்ள வளிமண்டலம் சூடாகவும் உள்ளதோ என்னவோ? 1962ம் ஆண்டு அமெரிக்காவின் ஆராய்ச்சி விண்கலம் (mariner 2) மேரினர் 2 வெள்ளியின் அருகேயே சென்று அதன் நுண்ணலைகளை ஆராய்ந்தது. வெள்ளியின் வெளிப்புறம் எல்லா பக்கங்களிலும் அதிக வெப்பமுடன் அதுவும் ஈயம், துத்தநாகம் போன்ற கனிமங்களை உருக்கும் அளவிற்கு அதன் வெப்பநிலை இருந்தது.

ஆனால் நுண்ணலைகள் செப்பியது என தெரியுமா? வெள்ளிக் கோள் நம்மால் வாழமுடியாதபடிக்கு சுழன்றுக் கொண்டிருக்கிறது,



மெரினார் 2 (ஆராய்ச்சி விண்கலம்)

மேலும் அதன் மேற்புறம் முழுவதும் வறண்ட பகுதி எனவும் புரிந்தது.

மேக அடர்த்தி மிக அதிகமானதாலும் தொடர்ச்சியாய் மேகம் படர்ந்திருப்பதாலும் எந்த ஒரு விண்ணியல் ஆய்வாளரும் வெள்ளியின் மேற்பரப்பைக் கண்டதில்லை. மேலும் புலப்படாததாலேயே, அதன் எந்த வெளிக் குறியையும் கண்காணித்து அதன் சுழற்சிச்சகல அளவை கணிக்க முடியவில்லை. பூமியும் செவ்வாயும் போல், அது 24 மணி நேரத்தில் சுழலும் என சிலர் யூகித்தார்கள். சிலரோ 225 நாட்கள் பிடிக்கும் என்றார்கள். ஏனெனில் அதன் சுழற்சிக் காலமும் சூரியனைச் சுற்ற எடுத்துக் கொள்ளும் காலமும் சமமாய் இருந்தால் தான் அதன் ஒரு பக்கம் மட்டுமே சூரியனை நோக்கியவாறு இருக்கும் என்பது அவர்கள் வாதம். இந்த இரண்டு கருத்துக்களுமே தவறு.



நடமாடும் தொலைக்காட்சிப் பிரிவு  
நுண்ணலை அலைக்கம்பத்துடன்

1962ல் மேற்கொள்ளப்பட்ட நுண்ணலை ப்ரதிபலிப்பு ஆய்வுகள், 243 நாட்களில் வெள்ளியானது தன்னைத்தானே சுழன்று வருகிறது என கூறியது. இதனால் புதனைப் போன்றே வெள்ளியின் ஒவ்வொரு பகுதியும் ஏதோவொரு காலக்கட்டத்தில் சூரிய கிரணங்களைப் பெறுகிறது. கூடுதல் தகவலாக, எல்லாக் கோள்களும் மேற்கிலிருந்து கிழக்கு முகமாய் சுழல்கிறதென்றால், வெள்ளி மட்டும் அதற்கு நேர்மாறாக கிழக்கிலிருந்து மேற்கு நோக்கி சுழல்கிறது என்பதும் தெரிய வந்தது.

இதற்கும் மேலாக வெள்ளி எங்கே தடம் பதித்திருக்கிறது என்பதையும் நுண்ணலைகள் தெளிவாக சுட்டி காட்டின. 1978ல் செலுத்தப்பட்ட பயனியர் (pioneer) எனும் அமெரிக்க ஆய்வு விண்கலம் வெள்ளிக்கு மிக அருகே சென்று அதனை

வட்டமிட்டது. இந்த ஆய்வு கலம் செலுத்திய நுண்ணலைக் கற்றைகள் ஒரு தடையுமின்றி மேகக் கூட்டத்தை ஊடுருவிச் சென்று வெள்ளியின் திடப்பகுதியில் ப்ரதிபலிக்கப்பட்டன. திரும்பி வந்த நுண்ணலைகளையும் சாதாரண ஒளிக் கற்றையின் ப்ரதிபலிப்பை ஆரய்வது போலவே ஆரய்ந்தனர் விஞ்ஞானிகள். நுண்ணலைகள் சாதாரண ஒளியை விட நீளமானவை என்பதால் வெள்ளி சற்றே மங்கலாய் தெரிந்தது. இதன் மூலம் வெள்ளிக் கோளின் மேற்பரப்பின் பண்புகளை நன்கு அறிந்துகொள்ள முடிந்தது.

வெள்ளியின் பரப்பில் கிட்டத்தட்ட ஆறில் ஐந்து பகுதிகளை அதன். சராசரி உயரத்துக்கும் உயரமான பகுதிகளை உடையது. மீதி ஒரு பகுதி தாழ்ந்தது. நிலம் ஒருவேளை அந்தக் கோள் இளமையாக இருந்த போது நீரினால் நிரம்பி இருக்கலாம் என்றும் தோன்றியது.

நிலப்பகுதியின் இரண்டு மிகப்பெரும் பீட பூமிகள் உள்ளன. அவற்றில் மலைத்தொடரகள் காணப்படுகின்றன. பூமியில் உள்ள மலைச் சிகரங்களைக் காட்டிலும் உயரமானவையாக இருந்தன. அந்தச் சிகரங்கள் சில செயலிழந்த எரிமலையாக இருக்கலாம் என்றும் தெரிந்தது.

\*

## 5. பிரபஞ்சமும் நுண்ணலைகளும்

சூரியக் குடும்பத்திற்கு அப்பாலிருந்தும் வரும் நுண்ணலைகள் நம்மை அடைகின்றன. இதுவும் தற்செயலாக கண்டறிந்த விபரம். ரேடியோ அலைகள் பயன்படுத்தி கடல் தாண்டிய தூர தேசத்துத் தொலைபேசி தகவல் தொடர்பு நடந்தது. அத்தகைய சில பறரிமாற்றங்களின் போது வெளியிலிருந்து வந்த ரேடியோ அலைகளின் குறுக்கீடுகள் இருந்தன. வெளி அலைகள் குறுக்கிடுவதால் அப்பளம் உடைப்பது போன்ற நொறுங்கும் ஓசை கேட்டது. இந்த நிலையியல் இரைச்சலால் (static noise) தொலைபேசியின் எதிர்முனையில் பேசுவதைத் தெளிவாக கேட்க இயலவில்லை.

இந்த குறுக்கீடு எதனால் ஏற்படுகிறது என்பதனை அறிந்து அதனைக் களைய முற்பட்டது பெல் தொலைபேசி நிறுவனம் (Bell Telephone Company) கார்ல் குத்தே ஜேன்ஸ்கி (Carl Guthe Jansky 1905-1950) எனும் அமெரிக்க தொழில்நுட்பவியலாளரிடம் இந்தப் பணியை 1931ம் ஆண்டு ஒப்படைத்தது.

ரேடியோ அலைகளை உள்வாங்கும் கருவி ஒன்றைப் பொருத்தினார் ஜேன்ஸ்கி. இடி, மேலே பறக்கும் விமானம், அருகிருக்கும் மின் இயந்திரங்கள் போன்ற பலவற்றிலிருந்தும் இத்தகைய குறுக்கீடுகள் வரும் என்பதை அறிந்திருந்தார் அவர். அதனால் ஏற்படும் சிக்கல்களுக்கான தீர்வை தீட்டிக் கொண்டிருந்தார். அதுவரை கணக்கில் கொள்ளப்படாத ரேடியோ அலைகளை வெளியிடும் இன்ன பிற மூலங்கள் எவை எவை என அறிய முற்பட்டார் அவர். வலுவற்ற ஒரு நிலையியல் இரைச்சலை கண்டு கொண்டார் ஜேன்ஸ்கி. இது மாறாமல்

நிலையாய் இருந்ததோடு, பொதுவாக அறியப்பட்ட எந்த ஒரு மூலத்திடமிருந்தும் இது வரவில்லை. மேலே வானத்திலிருந்து இது வருவதை அறிந்து கொஞ்சம் மிரண்டு போனார் அவர். இன்னும் சொல்லப்போனால் சூரியனிடமிருந்து வந்த அலையால் ஏற்பட்ட இரைச்சல் அது!

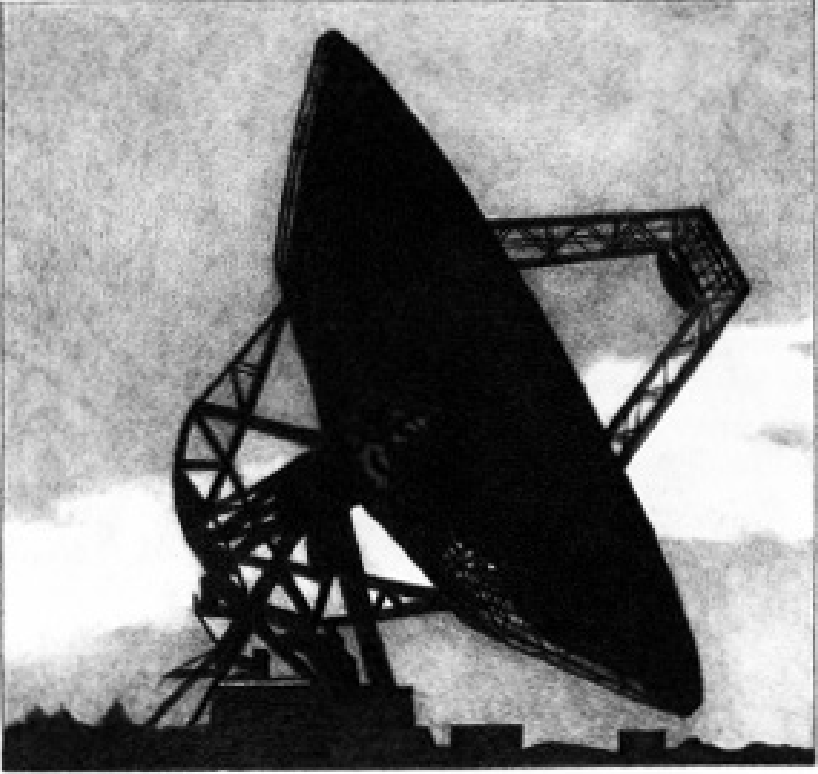
ஏன் கூடாது? சூரியன்தான் எல்லா வித அலைநீள மின்காந்த அலைகளையும் தருகிறதே! அப்படியென்றால் ரேடியோ அலைகளும் அங்கிருந்து வருவதில் என்ன ஆச்சர்யம் இருக்க முடியும்.

தினந்தோறும் அந்த இரைச்சலைத் தொடர்ந்து ஆய்ந்ததில் என்ன புரிந்தது தெரியுமா? அது சூரியனிடமிருந்தும் வருவதாக தெரியவில்லை. அலையின் மூலம் நகர்ந்து கொண்டே போனது. ஒரு நாளுக்கு நான்கு நிமிடம் என்ற கணக்கில் சூரியனைத் தாண்டி தொலைதூரம் போய்க் கொண்டிருந்தது அது.

ஆமாம்! நட்சத்திரங்கள் கூட தினந்தோறும் நாளொன்றுக்கு நான்கு நிமிடம் எனும்படி சூரியனைக் கடந்து போய்கொண்டிருக்கின்றனவே. அட, அப்படியென்றால், அது தான் சாத்தியம். சூரியக் குடும்பத்தைத் தாண்டி எங்கிருந்தோ நட்சத்திர குழுமத்தின் இடையே உள்ள நிலையியல் இரைச்சலின் அந்த மூலம்!

ஜேன் ஸ்கி இப்படி இடைவிடாது கவனித்துக் கொண்டிருக்கும்போது ஒரு முடிவுக்கு வந்தார். அதற்கு இருபது ஆண்டுகளுக்கு முன்பாக அமெரிக்க வானியல் அறிஞர் ஹார்லோ ஷேப்லி (Harlow Shapley 1885-1972) ப்ரபஞ்சத்தின் மையம் இதுவென சுட்டிக்காட்டியிருந்த திசையிலிருந்துதான் நிலையில் இரைச்சல் வருகிறது என்பதையும் அவர் அனுமானித்தார். சூரியனைப் போன்ற இரு நூறு கோடி விண்மீன்கள் அடங்கிய ஒரு தொகுதியின் மையத்திலிருந்தே அந்த அலைகள் வருகின்றன என்று ஊகித்தார் அவர்.

1932ம் ஆண்டு டிசம்பர் மாதம் தன் கண்டுபிடிப்புகளை வெளியிட்டார். தற்போதைய நம் கணக்கீட்டின்படி முப்பதாயிரம் ஒளி ஆண்டுகள் தொலைவில் உள்ள நம் விண்மீன் பேரடை (galaxy) யின் மையத்திலிருந்து ரேடியோ அலைகள் வருகின்றன.

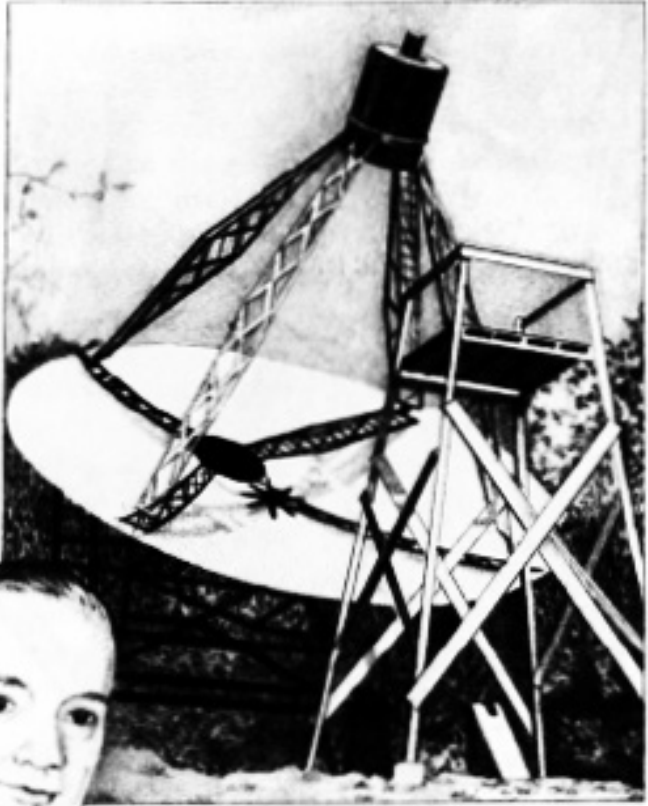


வானொலி தொலைநோக்கி

இந்தக் கண்டுபிடிப்பு பெரும் உற்சாகத்தை அளித்தது. நியூயார்க் டைம்ஸ் பத்திரிகை முதல் பக்கத்தில் இந்த செய்தியை வெளியிட்டது என்றாலும் விஞ்ஞானிகள் இதுபற்றி அலட்டிக் கொள்ளவில்லை. பொழுதுப் போக்கிற்காக ரேடியோ அலைகள் பற்றி ஆய்வு செய்து வந்த அமெரிக்கர் க்ரோட் ரெபர் (Grote Reber, 1911-2002) என்பவர் மட்டுமே இதனை முயன்றார். 1937 ல் இல்லினாய்ஸ் மாகாணத்தில் வீடன் என்ற நகரில் இருந்த தன் வீட்டின் பின்புறத்தில் ஒரு வாணலி வடிவ ப்ரதிபலிப்பானை வடிவமைத்தார். இது விண்ணிலிருந்து வந்த ரேடியோ அலைகளை உள்வாங்கி பொருத்தப்பட்டிருந்த கண்டறிவியில் ப்ரதிபலித்தது. இதுவே உலகின் முதல் ரேடியோ தொலைநோக்கி (Radio Telescope).



1938ல் விண்ணிலிருந்து வரும் மேலும் பல ரேடியோ அலைகளின் மூலங்களைக் கண்டறிய முயன்றார் ரெபர். ரேடியோ வரைபடம் ஒன்றைத் தயாரித்து 1942ல் வெளியிட்டார் அவர். தரப்பட்ட தகவல்கள் சற்று தெளிவின்றி இருந்தாலும் மற்ற எவரை விடவும் அந்த சமயத்தில் மிக அதிக அளவு தந்திருந்திவர் ரெபர். சொல்லப்போனால் ஒரு சில விதமான மின்காந்த அலைகளால் மட்டுமே பூமியின் வளிமண்டலத்துக்குள் புக முடியும். இது நமக்கு தெரியும் தான். மிகப் பெரும்பாலான புற ஊதாக்



க்ரோட் ரெபரின் வானொலி தொலைநோக்கி  
இடம்: இல்லினாய்ஸ் மாகாணம், வீடன்

கதிர்களாலும் அதைவிடச் சிறிய அலைநீளம் கொண்டவையாலும் பூமியின் வளிமண்டலத்திற்குள் வர இயலாது. அது போன்றே பெரும்பாலான அகச்சிவப்பலைகளாலும் நீளமான ரேடியோ அலைகளாலும் உட்புக முடியாது. ஏதோ ப்ரபஞ்சத்தை நாம் கண்டறிய சாதாரண ஒளிப்பட்டையே நமது கருவி போலவும், அது மட்டுமே புகுவதற்காக வளி மண்டலத்தில் ஒரு சன்னல் இருப்பது போலவும் தோன்றுகிறது!

அட இன்னொரு சன்னலும் உள்ளது. நுண்ணலைகள்! வளிமண்டலத்தின் வழியே இவை எளிதில் புக முடியும். நீளமான ரேடியோ அலைகள் பூமியிலிருந்து கிளம்புமேயானால், அவை அயனிமண்டலத்தில் பட்டு தெறித்து விண்ணில் சிதறிவிடும். அதனால் தான் ரேடியோ பயன்பாட்டிற்கு நுண்ணலைகள் உகந்தவை அல்ல.

அதே போல் நீளமான ரேடியோ அலைகள் பூமிக்கு அப்பால் வெளியிலிருந்து நம்மை நோக்கி வருமேயானால் அவையும் அயனிமண்டலத்தில் பட்டு ப்ரதிபலிக்கப்பட்டு சிதறிவிடும். நம்முடைய கருவிகளை வந்து சேராது. ஆனால் வெளியிலிருந்து வரும் நுண்ணலைகள் அயனிமண்டலத்தினுள்ளே புகுந்து நம்மிடம் வந்து சேருகின்றன. ஜேன்ஸ்கியும் ரெபரும் கண்டறிந்த ரேடியோ அலைகள் நுண்ணலைகள் வகையைச் சார்ந்தவை.

ஆமாம் வெளியிடத்திலிருந்து வரக் கூடிய நுண்ணலைகள் பற்றி, விஞ்ஞானிகளுக்கு ஏன் ஆர்வம் அதிகம் இல்லை? வானொலி பயன்பாட்டில் நுண்ணலைகளுக்கு இடமில்லை, ஆதலால் அவற்றைக் கண்டறியவோ, ஆராயவோ தேவையான கருவிகள் எதுவும் வடிவமைக்கப்படவில்லை.

1930களில் ரேடாரின் வருகைக்கு பின்னர் அத்தகைய கருவிகள் வடிவமைக்கப்பட்டன. இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின்னர் ரேடார் அப்படியொன்றும் ரகசியமானதாய் இருக்கவில்லை. அந்தக் கருவிகளெல்லாம் விஞ்ஞானிகளின் பயன்பாட்டிற்குக் கிடைத்தன. 1950களில் ரேடியோ தொலைநோக்கிகள் வடிவமைக்கப்பட்டன. ரேடியோ வானியல் அதிக முக்கியத்துவம் பெற்றது.

நாம் காணும் சாதாரண ஒளியை விட பல லட்சம் மடங்குகள் நீளமானவை ரேடியோ அலைகள். இவற்றின் மூலம் நாம்

கண்டு கொள்ளும் விவரங்களும் தெளிவாகத் தெரிய வேண்டும் இல்லையா? அதனால் இவற்றோடு தொடர்பு கொள்ளும் ரேடியோ தொலைநோக்கிகளின் அகலம் சாதாரண தொலைநோக்கியை விடவும் சில பல லட்சங்கள் இருத்தல் அவசியம்.

என்றாலும், இதனை சமாளிக்க ஒரு மாற்று வழியும் சாத்தியம். சில மைல்கள் தொலைவில் இரண்டு சற்றே சிறிய ரேடியோ தொலை நோக்கிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன எனக் கொள்ளலாம். இவை இரண்டையும் ஒருங்கிணைத்து ஒத்தாற் போல் இயக்கினால், மைல்கள் அகலமான ரேடியோ தொலைநோக்கி ஒன்று இயங்குவதைப் போன்றே இயங்கும். இந்த வகையில் ரேடியோ தொலைநோக்கிகளை வடிவமைத்து சாதாரண தொலைநோக்கியை காண்பதை விடவும் மிகத் துல்லியமாகவும் தெளிவாகவும் காண முடியும்.

சாதாரண தொலைநோக்கிகளால் தரமுடியாத பல விவரங்களை ரேடியோ தொலைநோக்கிகள் விஞ்ஞானிகளுக்குத் தருகின்றன. சாதாரண ஒளியில் பார்க்கும்போது தொலைதூரத்தில் இருக்கும் ஒரு விண்மீனடை மிக அமைதியாக நிச்சலனமாக இருப்பது போல் தோன்றும். ஆனால் ரேடியோ தொலைநோக்கியில் அதனை உற்று நோக்கும்போது, அதன் மத்தியிலிருந்து அதிக அளவு நுண்ணலைகள் வருவதை உணரலாம். அதன் மையத்தில் ஏதோ ஒரு பெரும் வெடிப்பு ஏற்பட்டு, நுண்ணலைகளை உமிழக் கூடிய வஸ்துக்களை இருபுறமும் உமிழ்ந்தது போல இருந்தது.

அத்தகைய விண்மீனடைகளை இப்போது 'செயல்படும் விண்மீனடைகள்' என அழைக்கிறோம். சொல்லப்போனால், ரேடியோ விண்ணியில் வருவதற்கு முன்பு நம் மனக்கண்ணில் கற்பனை செய்து பார்த்ததை விட மிக அதிக அளவிற்கு ஒரு சாதாரண விண்மீனடை செயலாற்றிக் கொண்டிருக்கிறது. நம்முடைய விண்மீனடையின் மையத்தில் உள்ள ரேடியோ அலைகளைக் கூட ஜேன்ஸ்கி தன் முதல் கண்டுபிடிப்பிலேயே குறித்துள்ளார். மிக மிக அதிக அளவிலான நுண்ணலைகளை வெளிவிடும் மிகச் சிறிய புள்ளி ஒன்று நம்முடைய விண்மீனடையின் நடுவே உள்ளது என்பதை நாம் இப்போது அறிவோம்.

நம் விண்மீனடையின் மத்தியில் வரு கருந்துளை (black hole) உள்ளது என்று விஞ்ஞானிகள் நினைக்கிறார்கள். (how did we find

out about black holes by Isaac Asimov Walker 1978)- தமிழில் கருந்துளைப்  
எப்படிக் கண்டறிந்தோம்?) என்னும் புத்தகம் கருந்துளைப்  
பற்றி விவரிக்கிறது. ஒருவேளை ஒவ்வொரு விண்மீனடையின்  
மத்தியிலும் இப்படியொன்று உள்ளதோ என்னவோ? நுண்ணலைகள்  
மட்டும் இல்லாதிருந்தால், நமக்கு இதுபற்றி  
துளி சந்தேகம் கூட வந்திராது. பெரும்பாலான விண்மீன்கள் மிகத்  
தொலைவில் உள்ளன. அதாவது அந்த அளவு தூரத்திலிருந்து  
வரும் நுண்ணலைகளை நம்மால் கண்டுணர முடியாதபடிக்கு  
தொலைவில் உள்ளன. நம்முடைய சூரியனிடமிருந்து வரும்  
நுண்ணலைகளைத்தான் நாம் கண்டுணருகிறோம். ஏனெனில் அது  
நமக்கு அவ்வளவு பக்கமாயிருக்கிறது.

சில விண்மீன்களோ நாம் கண்டுணரக்கூடிய அளவிற்குப்  
போதுமான அளவு நுண்ணலைகளை அனுப்புகின்றன. இவற்றை  
நாம் ரேடியோ விண்மீன்கள் என்றழைக்கிறோம். அவை மிக  
அசாதாரணமாக இருந்ததால் சாதாரண தொலைநோக்கிகள் மூலம்  
சர்வ ஜாக்கிரதையாக கவனிக்கப்பட்டன. பலவும் அவற்றில் ஒரு  
வித குழப்பத்தைக் கொண்டிருந்தது. அவை சாதாரண விண்மீன்கள்  
போல் இல்லை. ஆதலால் அவற்றை விண்மீன்போலிகள் என  
அழைத்தனர் (Quasi stellar), எனும் சொற்றொடர் லத்தீன் மொழிப்  
பதங்களிலிருந்து கோர்க்கப்பட்டவை. Quasi என்பது ஒத்தது  
என்பதையும், stellar என்பது விண்மீன்களையும் குறிக்கும்.  
இந்தச் சொற்றொடர்தான் நாளடைவில் க்வாசார் (quasar) என்று  
சுருங்கியது.

க்வாசாரிலிருந்து வெளிவரும் ஒளி மிகக் கவனமாக  
ஆராயப்பட்டது. அவற்றின் கதிர்மாலை (spectra) மிகவும் தனித்துத்  
தெரிந்தது. டச் அமெரிக்க விஞ்ஞானி மார்டென் ஷ்மிட் (Marten  
Schmidt) இதற்கான விடையை 1963ல் கூறும் வரை இது ஒரு  
புதிராகவே இருந்து வந்தது.

அவர் ஆராய்ந்து கொண்டிருந்த க்வாசார், மிக அதிக  
வேகத்துடன் நம்மை விட்டு அகன்று கொண்டிருந்தது. அதுவே  
வேறுபட்ட கதிர்மாலை உருவாவதற்கான காரணம். அனைத்து  
க்வாசார்களும், பூமியிலிருந்து மிக அதிக வேகத்தில் விலகிச்  
சென்று கொண்டிருந்தன.

எவ்வளவு வேகமாக ஒரு பொருள் நம்மைவிட்டு விலகுகிறதோ  
அது நம்மை விட்டு அவ்வளவு தொலைவில் உள்ளது என்பது

விஞ்ஞானிகளின் அனுமானம். அதுபடி, க்வாஸார்கள் நம்மிடமிருந்து அசாத்ய தொலைவில் உள்ளது என்று தானே பொருள். மிக அருகாமையில் உள்ள க்வாஸார் கூட நூறு கோடி ஒளி ஆண்டுகள் தொலைவில் உள்ளது. ஆயிரத்து எழுநூறு கோடி ஒளி ஆண்டுகள் தொலைவில் உள்ளவைக் கூட கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

க்வாஸார்கள் அதிதுடிப்பான விண்மீனடைகளாகக் கருதப்படுகின்றன. எப்போதும் துடிப்பாய் கனன்று கொண்டிருக்கும். அவற்றின் மையங்களை அவ்வவளவு தூரத்தில் இருந்தாலும் தொலைநோக்கி வழியாக காண முடியும். இந்த விண்மீன்பேரடைகளின் வெளிப்புறத்தைக் காண முடியாது. அதனால்தான் அவற்றின் மையங்கள் வெறும் மங்கலான நட்சத்திரங்களைப் போல உள்ளன. அவை வெளியனுப்பிய நுண்ணலைகள் மட்டும் இல்லையெனில் விஞ்ஞானிகள் என்றுமே அவற்றை திரும்பிக்கூட பாரத்திருக்க மாட்டார்கள்.

நம்மிடமிருந்து மிகத் தொலைவில் இருக்கும் க்வாஸார் ஆயிரத்து எழுநூறு கோடி வருடங்களுக்கு முன்னர் எவ்வாறு இருந்ததோ, அதைத்தான் நாம் இப்போது காண்கிறோம். அதிலிருந்து வெளியாகும் ஒளியானது நம்மை வந்தடையத் தேவைப்படும் காலமிது. இந்த ப்ரபஞ்சம் உருவான சமயத்தில் அது இருந்த விதத்தையே நாம் இப்போது காண்கிறோம். நாம் இந்த அதிதூர க்வாஸார்களைப் பற்றி அறிந்து கொண்டோமேயானால், நம் ப்ரபஞ்சத்தை நிரப்பும் விண்மீனடைகளைப் பற்றி, அவை தோன்றிய விதம், உருக்கொண்ட விதம் என மேலும் அறிந்து கொள்ள வாய்ப்புண்டு.

நுண்ணலைகளை படபடவென சிறிய சிறிய தொகுதிகளாக வெளியனுப்பும் போதெல்லாம் சில் ரேடியோ விண்மீன்கள் மினுங்குவதுண்டு. ஆங்கிலேய வானியலாய்வாளர் ஆன்டனி ஹெவிஷ் (Antony Jewish), இத்தகைய படபடக்கும், மினுமினுங்கும் தொகுதிகளை ஆராயக் கூடிய ரேடியோ தொலைநோக்கி ஒன்றை வடிவமைத்தார். மூன்று ஏக்கர் நிலப்பரப்பில் 2048 உள்வாங்கும் கருவிகள் (receiving devices) பரப்பி வைத்து ஒரு தொகுதியை வடிவமைத்தார்.

ஹெவிஷின் மாணவர் ஜோஸ்லின் பெல் (Jocelyn Bell) 1967ம் ஆண்டு ஜூலை மாதம் மிக வேகமான நுண்ணலைத் துடிப்புகளைக் கவனித்தார். எதிர்பார்த்ததைவிடவும் மிக வேகமாகவும் சீராகவும் இவை எதிர்ப்பட்டன.

ஹெவிஷ் இதனை துடிக்கும் விண்மீன் (pulsating star) எனப் பெயரிட்டார். இப்பெயரே பின்னாளில் (pulsar) ஆனது. 1968ல் ஆஸ்திரிய அமெரிக்க விஞ்ஞானி தாமஸ் கோல்ட் (Thomas Gold 1920-2004) நியூட்ரான் விண்மீன் (neutron star) எனும் ஒரு மிகவும் சிறிய, ஆனால் அடர்த்தியான பண்டமாய் இருக்கலாம் எனும் ஊகத்தை முன் வைத்தார். ஒரு சாதாரண விண்மீனை ஒத்த நிறையுடையதாய் அப்பண்டம் இருக்கக்கூடும், ஆனால் அந்த நிறை முழுவதுமே கிட்டத்தட்ட எட்டு மைல்கள் குறுக்களவுடைய சிறு பந்தாய் திரட்டப் பட்டிருக்கும். அந்தக்கூற்று சரியென்றே இப்போது விஞ்ஞானிகள் கருதுகிறார்கள்.

துடிமீன்கள் அதிவேகமாகச் சுழலும்- ஒரு நொடிக்குள்ளாகவோ, ஒரு நொடியல் பத்தில் சில பாகங்களுக்குள்ளாகவோ முறை முழுதாக சுழன்றிருக்கும். ஒரு நொடியின் ஆயிரத்தில் சில பாகங்களுக்குள்ளாகவே சுழன்று கொள்ளும் துடிமீன்களை சமீபத்தில் இனங்கண்டுள்ளனர்.

1920கள் தொட்டே விஞ்ஞானிகள் ப்ரபஞ்சம் பற்றிய ஒரு கருத்தை முன் வைக்கிறார்கள். அதாவது, நம் ப்ரபஞ்சம் தோன்றி கிட்டத்தட்ட ஆயிரத்து ஐநூறு முதல் இரண்டாயிரம் கோடி ஆண்டுகள் ஆகியிருக்கலாம் என்பது தான் அது. ஒரு பொருளின் மிகச் சிறு புள்ளியில் தொடங்கி பின் பெரும்வெடிப்பாக (Big Bang) வெடித்துச் சிதறியது.

ப்ரபஞ்சம் இன்னமும் விரிந்து கொண்டே இருக்கிறது. இதன் காரணமாக விண்மீன் பேரடைகளும் ஒன்றை யொன்று விலகி ஓடிக் கொண்டே இருக்கின்றன. ஆனால் உண்மையாகவே இவையெல்லாம் நடந்ததா? 1948ல், ரஷ்ய- அமெரிக்க விஞ்ஞானி ஜார்ஜ் கேமோவ் (George Gamow 1904-1968) ஒன்றைக் குறிப்பிட்டார். ஒரு வேளை பெருவெடிப்பு நடந்திருக்குமேயானால், வானில் எல்லாப் பகுதிகளிலிருந்தும் நுண்ணலைகளின் லேசான பின்புலம் ஒன்று சம அளவில் வர வேண்டும் எனும் கருத்தை முன் வைத்தார்.



ஆல்பர்ட் ஜன்ஸ்லன்

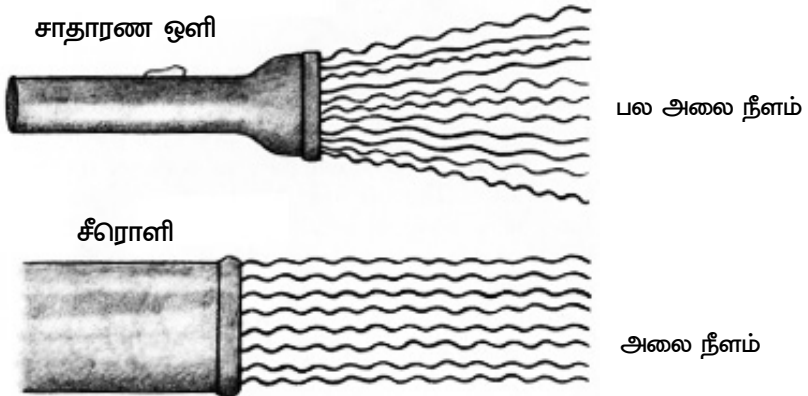
ஜெர்மானிய - அமெரிக்க விஞ்ஞானி ஆர்னோ ஆலன் பென்சியாஸ் (Arno Allen Penzias) என்பவரும் அமெரிக்க விஞ்ஞானி ராபர்ட் வுட்ரோ வில்சன் (Robert Woodrow Wilson) என்பவரும் சேர்ந்து 1964ம் ஆண்டில் இப்படியான நுண்ணலை பின்புலத்தைக் கண்டுபிடித்தார்கள். அண்டப் பெருவெடிப்பு நிகழ்ந்ததற்கான மிக வலுவான அத்தாட்சி இதுவே. இந்த நுண்ணலைகளை ஒருவேளை கண்டு கொள்ளாமல் போயிருந்தால், பெருவெடிப்பு

நடந்ததற்கான ஒரு நல்ல சாட்சியம் எதுவுமே இதுவரை கிடைத்திருக்காது.

1917ல் ஜெர்மானிய ஸ்வீஸ் விஞ்ஞானி ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டைன் (Albert Einstein, 1875-1955) ஒரு விஷயத்தைக் குறிப்பிட்டுக் காட்டினார். உயர் ஆற்றல் நிலையில் இருக்கும் ஒரு மூலக்கூற்றின் மேலே கதிரலைகள் படுமேயானால் அந்த மூலக் கூறானது தன்னுடைய ஆற்றலிலிருந்து சிறு பகுதியை கதிரலையாய் வெளியிடும். தன் மேல் விழுந்த கதிரலையின் அலை நீளத்தையும் திசையையும் சரியாய் ஒத்ததாகவே வெளிவரும் கதிரலையும் இருக்கும். இவை மேலும் இரு மூலக் கூறுகளின் மேல் படும், அதனால் வெளிவரும் கதிரலை மேலும் நான்கு மூலக் கூறுகளின் மேல் படும், மேலும் எட்டு அடுத்து மேலும் பதினாறு எனப் பட்டுக் கொண்டே இருக்கும்.

இவ்வாறு முதல் அலையானது மேன்மேலும் அலைகடலை உருவாக்குகிறது. ஒரே நீளமுள்ள எல்லா அலைகளும் ஒரே திசையில் வெளிப்பட்டு பயணிக்கும். இது ஒத்திசைவு கதிர்கள் (coherent radiation) எனப்படுகின்றன.

1933ல் அமெரிக்க விஞ்ஞானி சார்லஸ் ஹார்ட் டொவென்ஸ் (Charles Hard Towns 1915-2015) ஒரு கருவியை வடிவமைத்தார். துளி நுண்ணலைக் கதிர்கள் அதன்மூலம் அலை அலையான அதே நுண்ணலைக் கதிர்களை உருவாக்கியது. இதனை கதிர்வீச்சினால்





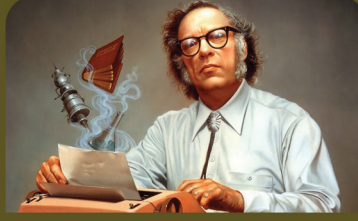
தூண்டப்பட்ட உமிழ்வால் செறியூட்டப்பட்ட மீயலை (micro-wave amplification by stimulated emission of radiation) என்றழைத்தார் இச்சொற்றொடரே மேஸர் (maser) என சுருக்கப்பட்டது.

நுண்ணலைகளின் ஒன்றை நம்மால் செயல்படுத்த முடியும் எனில் அதே செயல்பாட்டை சாதாரண ஒளி போன்ற இன்னபிற கதிர்வைகள் மேலும் செயல்படுத்த முடிய வேண்டும். அமெரிக்க விஞ்ஞானி தீயோடர் ஹெரால்ட் மெய்மன் (Theodore Harold Maiman, 1927-2007) என்பவர் சிறு துளி ஒளியைக் கொண்டு அதே வித ஒளிக்கடலை உருவாக்க ஒரு கருவியை வடிவமைத்தார். இதுவே கதிர்வீச்சின் தூண்டு உமிழ்வு மூலம், செறியூட்டப்பட்ட ஒளி (light amplification of stimulated emission of radiation) அல்லது லேசர் (laser) எனப்படுகிறது.

மேஸர்களும், லேஸர்களும் விஞ்ஞானிகளுக்குக் பெரும் உதவி புரிகின்றன. தினப்படி வாழ்விற்கு மேம்பட்ட தரமுள்ள புதுவகை இசைப்பதிவுகள், வீட்டு உபயோக கணினிகளுக்கான சிறந்த தரமுள்ள புதுவகை அச்சிடும் கருவிகளும் (printers) லேசர் பயன்பாட்டால் வந்தவை.

இவை அனைத்துமே, இன்னொரு நாள், நியூட்டன் முப்பட்டகத்தினுள் ஒளிக்கதிர் ஒன்றினைப் பாய்ச்சியதால் ஏற்பட்ட விளைவுகள் தானே!

\*\*\*



**ஐ**சக் அசிமோவ் ஒரு தலைசிறந்த கதாசிரியர். விஞ்ஞான ரீதியான கதைகளைப் புனைவதிலும் எழுதுவதிலும் உலகப் புகழ் படைத்தவர். விஞ்ஞான உலகின் முன்னேற்றங்களைப் பற்றி அறிந்து கொள்வதில் நிபுணராகவும், விஞ்ஞான விந்தைகளைத் துறை சாராதவர்களுக்கும் சாமானியர்களுக்கும் எடுத்துச் சொல்வதிலும் ஆர்வமும் திறமையும் படைத்தவர். அசிமோவின் புத்தகங்கள் விஞ்ஞான கருத்துக்களையே உள்ளடக்கியவை; ஆனாலும் படிப்பதற்கு வெறும் கதைகள் போல எளிய நடையில் இருக்கும்.

**ஒ**ளியினுள்ளேயே இருந்த நிறங்கள், திடப் பொருள்களின் மேலுள்ள நிறங்கள் போலில்லை. நம்மால் அந்த நிறப்படைகளுக்குள் கை விட முடியும். அப்படி செய்யும் போது அந்த நிறம் நம் கைகளின் மேல் ஏறிக் கொள்ளும். இதுவே திடப் பொருட்களினில் உள்ள நிறங்களை நம்மால் அதனுள் கையை விட்டு அதன் நிறத்தை நம் மேல் படரச் செய்வது இயலாத காரியம். இதை ஏதோ பேய் பிசாசின் வேலை போலத் தோன்றுகிறதல்லவா! பிசாசு (ghost) என்பதற்கான லத்தீன் வார்த்தை தான் ஸ்பெக்ட்ரம் (spectrum). சொல்லப்போனால், ந்யூட்டன், அதனாலேயே அந்த நிறமாலைக்கு (spectrum) ஸ்பெக்ட்ரம் என்று பெயரிட்டார்.

**₹ 50**

**தூறல் புகல்**



Learn and Educate

# 69 | Pillayar Koil Street | R.V.Nagar | Jaffer Khanpet | Chennai - 600 083  
Mobile: 98406 72018 | [thooralbooks@gmail.com](mailto:thooralbooks@gmail.com) | [www.thooralbooks.com](http://www.thooralbooks.com)