

# APPOLO STUDY CENTRE

## PHYSICS PART -2

Heat		
6th term - 2	Unit -1	வெப்பம்
7th term - 2	Unit -1	வெப்பம் மற்றும் வெப்பநிலை
8th term - 2	Unit -1	வெப்பம்
9 th Std	Unit - 1	வெப்பம்
10 th Std	Unit - 3	வெப்ப இயற்பியல்
11th Physics vol - 2	Unit - 8	வெப்பமும் வெப்ப இயக்கவியலும்
Light		
7th term 3	Unit -1	ஒளியியல்
8th term 1	Unit - 3	ஒளியியல்
9 th Std	Unit - 6	ஒளி
10 th Std	Unit - 2	ஒளியியல்
12th Physics vol - 2	Unit - 6	ஒளியியல்
Sound		
8th Std term - 3	Unit - 1	ஒலி
9 th Std	Unit - 8	ஒலி
10 th Std	Unit - 5	ஒளியியல்

## Heat

6<sup>வா</sup> அறிவியல்

தொகுதி 2  
அலகு- 1 வெப்பம்

**வெப்ப மூலங்கள்:**  
**சூரியன்**

- சூரியன் ஒளியைத் தருகிறது என நமக்குத் தெரியும். அது வெப்பத்தையும் தருகிறதா? சூரிய ஒளியில் சிறிது நேரம் நின்று விட்டு உனது தலையைத் தொட்டுப்பார். சூடான உள்ளதல்லவா? ஆம், சூரியன் ஒளியோடு வெப்பத்தையும் தருகிறது. இதனால்தான், கோடை வெயிலில் வெற்றுக் கால்களுடன் சாலையில் நடப்பது கடினமாக உள்ளது.

**எரிதல்:**

- மரக்கட்டை, மண்ணெண்ணெய், நிலக்கரி, கரி, பெட்ரோல், எரிவாயு போன்றவற்றை எரிப்பதனால் வெப்ப ஆற்றலைப் பெறலாம். உனது வீட்டில் உணவு சமைக்கத் தேயான வெப்ப ஆற்றல் எதனைளித்துப் பெறப்படுகிறது?

**உராய்தல்:**

- உனது இரு உள்ளங்கைகளையும் ஒன்றுடன் ஒன்றுசேர்த்து உரசவும். தற்போது உனது உள்ளங்கைகளைக் கன்னத்தில் வைத்துப் பார். எவ்வாறு உணர்கிறாய்? இருபரப்புகள் ஒன்றோடொன்று உராயும்பொழுது வெப்பம் வெளிப்படுகிறது. ஆதிகாலமனிதன் ஒருகற்களை ஒன்றோடொன்று உரசச் செய்து நெருப்பை உருவாக்கினான்.

**மின்சாரம்:**

- மின்னோட்டம் ஒருகடத்தியின் வழியாகப் பாயும்பொழுது வெப்ப ஆற்றல் உருவாகிறது. மின் இஸ்திரிப்பெட்டி, மின் வெப்பக்கலன், மின் நீர்கூடேற்றி போன்றவை இந்தத் தத்துவத்தில்தான் இயங்குகின்றன.

**வெப்பம்:**

- எல்லாப் பொருட்களிலும் மூலக்கூறுகளானது அதிர்விலோ அல்லது இயக்கத்திலோ உள்ளன. அவற்றை நம் கண்களால் பார்க்க இயலாது. பொருட்களை வெப்பப்படுத்தும் பொழுது அதில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் இந்த அதிர்வும், இயக்கமும் அதிகரிக்கின்றன. அதோடு பொருளின் வெப்பநிலையும் உயர்கிறது.
- எனவே, வெப்பம் என்பது ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை உயரச்செய்து, மூலக்கூறுகளை வேகமாக இயங்கவைக்கக்கூடிய ஒருவகையான ஆற்றல் எனநாம் புரிந்துகொள்ளலாம்.
- வெப்பம் என்பது ஒரு பொருளல்ல. அது இடத்தினை ஆக்கிரமிப்பதில்லை. ஒலி, ஒளி மற்றும் மின்சாரத்தினைப் போல இதுவும் ஒருவகையான ஆற்றலாகும்.
- ஒரு பொருளில் அடங்கியுள்ள மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றலே வெப்பம் என அழைக்கப்படுகிறது. வெப்பத்தின் SI அலகு ஜூல் ஆகும். கலோரி என்ற அலகும் வெப்பத்தை அளக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**சூடான மற்றும் குளிரான பொருட்கள்:**

- நமது அன்றாட வாழ்வில் பல்வேறுவகையான பொருள்களை நாம் பார்க்கிறோம். அவற்றில் சில சூடானவை, சில குளிர்ச்சியானவை. எந்தெந்தப் பொருள்கள் மற்றவற்றை விட அதிக சூடாக இருக்கின்றன என்பதை எவ்வாறு நிர்ணயிப்பது?

- நாம் அருந்தும் அளவிற்குத் தேநீர் குடாக உள்ளதா? அல்லதுபாலானதுதயிர் உருவாக்கவேண்டியஅளவுக்குக் குளிர்ச்சியடைந்துள்ளதா? என்பதனைநமதுகைகளால் தொட்டுப்பார்த்துஉணர்கிறோம். ஆனால் சரியானவெப்பநிலையை உர நமதுதொடுஉணர்வுநம்பகத்தன்மையுடையது?

### வெப்பநிலை:

#### வெப்பநிலையின் வரையறை

- ❖ ஒருபொருள் எந்தஅளவுவெப்பமாகஅல்லதுகுளிர்ச்சியாகஉள்ளதுஎன்பதனைஅளவிடும் அளவுக்குவெப்பநிலைஎன்றுபெயர்.
- ❖ வெப்பநிலையின் SI அலகுகெல்வின் ஆகும். செல்சியஸ், ஃபாரன்ஹீட் போன்றவைபிறஅலகுகள் ஆகும். செல்சியஸ் என்பதுசென்டிகிரேட் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
- ❖ வெவ்வேறுவெப்பநிலையில் உள்ளஒருபொருள்கள் ஒன்றையொன்றுதொடும்போதுவெப்பமானதுஎந்தத் திசையில் பாய்கிறதுஎன்பதனைஅவற்றின் வெப்பநிலைநிர்ணயிக்கிறது.
- ❖ சாதாரணமாகஅறைவெப்பநிலையில் உள்ளநீரின் வெப்பநிலைசுமார் 30°C அளவில் இருக்கும். நீரைச் சூடுபடுத்தும் போதுவெப்பநிலைஅதிகரித்து,அது100°C ல் கொதித்துநீராவியாகமாறுகிறது. நீரைக் குளிர்விக்கும் போதுவெப்பநிலைகுறையத் தொடங்கி0°C ல் பனிக்கட்டியாகஉறைகிறது.

#### வெப்பம் மற்றும் வெப்பநிலை

- வெப்பமும் வெப்பநிலையும் ஒன்றல்ல,அவை இரு மாறுபட்டகாரணிகள்:
  - ❖ வெப்பநிலையானதுஒருபொருளிலுள்ளஅணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகள் எவ்வளவுவேகத்தில் இயங்குகின்றனஅல்லதுஅதிர்கின்றனஎன்பதைப் பொறுத்தது.
  - ❖ வெப்பமானதுவெப்பநிலையைமட்டுமல்ல,ஒருபொருளில் எவ்வளவு மூலக்கூறுகள் உள்ளனஎன்பதையும் பொறுத்தது.
  - ❖ வெப்பநிலையானது மூலக்கூறுகளின் சராசரி இயக்கஆற்றலைக் குறிப்பிடும் ஓர் அளவீடு. வெப்பமானதுஅப்பொருளில் அடங்கியுள்ள மூலக்கூறுகளின் மொத்த இயக்கஆற்றலைக் குறிப்பிடும் ஓர் அளவீடு.
  - ❖ வெப்பஆற்றலைநாம் கலோரியில் அளவிடலாம். ஒருகிராம் நீரின் வெப்பநிலையைஒருடிகிரிசென்டிகிரேட் உயர்த்தப்பயன்படும் வெப்பஅளவுஒருகலோரிஆகும்.
- ஒரு பொருள் மற்றொரு பொருளின் வெப்பநிலையை பாதிக்குமானால் அவை இரண்டும் வெப்பத்தொடர்பில் உள்ளன எனலாம். வெப்பத்தொடர்பில் உள்ளஇருபொருட்களின் வெப்பநிலையும் சமமாக இருந்தால் அவைவெப்பச்சமநிலையில் உள்ளனஎன்படுகிறது. இருபொருட்கள் வெப்பச்சமநிலையில் உள்ளபோதுஒன்றின் வெப்பநிலைமற்றொன்றைபாதிப்பதில்லை.
- எடுத்துக்காட்டாக. குளிர்சாதனப் பெட்டியிலிருந்து எடுத்து சமையலறை மேடையில் வைக்கப்பட்ட பால்பாத்திரமும், சமையலறை மேடையும் வெப்பத்தொடர்பில் உள்ளன. குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குப் பின் அவை ஒரே வெப்பநிலைக்கு வருகின்றன. அப்போது அவை வெப்பச்சமநிலையில் உள்ளன.

#### திண்மப் பொருள்கள் விரிவடைதல்:

- சாம் ஓர் இறுக்கமான ஜாடியைத் திறக்க முயல்கிறான். ஆனால் இயலவில்லை. அவன் மாமாவிடம் உதவி கேட்கிறான். மாமா சிறிது சுடுநீரை ஜாடியின் முடியில் ஊற்றச் சொல்கிறார். சாம் அவ்வாறே செய்கிறான் ஆகா! ஜாடி எளிதில் திறந்து விட்டதே!

உனக்கு இப்படிப்பட்ட அனுபவம் உள்ளதா? இறுக்கமாக மூடப்பட்ட உனது னோமுடியை நீ எவ்வாறு திறப்பாய்?

ஒருதகரடப்பாவில் ஆணியை அடிக்கவும், ஆணியை வெளியில் எடுக்கவும். ஆணியைச் திரும்பச் செலுத்தித் துளையானது ஆணியுக்கும் அளவுக்குப் பெரிதாக உள்ளதா என ஆராய்வும். பின் ஆணியை வெளியில் எடுத்து ஓர் இடுக்கியால் பிடித்து மெழுகுவர்த்திச் சுடரில் வெப்பப்படுத்தவும்.

- பொருள்கள் வெப்பப்படுத்தும் பொழுது விரிவடைந்து குளிர்விக்கும் பொழுது சுருக்கமடைகின்றன. அற்றின் நீளம், பரப்பளவு அல்லது கன அளவில் ஏற்படும் மாற்றமானது வெப்பநிலை மாற்றத்தைப் பொறுத்தது.
- ஒரு பொருளை வெப்பப்படுத்தும் பொழுது அது விரிவடைவதை அப்பொருளின் வெப்பவிரிவடைதல் என்கிறோம்.

### நீள் மற்றும் பருமவிரிவு:

- ஒரு திண்மப் பொருளுக்கு வரையறுக்கப்பட்ட வடிவம் உள்ளது. எனவே அதைச் சூடுப்படுத்தும் போது அது எல்லா பக்கங்களிலும் விரிவடைகிறது. அதாவது நாம் செய்ய வேண்டியது என்னவென்றால் ஒரு மிதிவண்டிச் சக்கரத்தின் கம்பியைச் சூடுபடுத்துவதான்.

### நீள் விரிவு:

ஒரு மின்விளக்கு, மின்கலன், மெழுகுவர்த்தி, மிதிவண்டிச் சக்கரக்கம்பி, நாணயம் மற்றும் இரு மரக்கட்டைகள் ஆகியவற்றை எடுத்துக்கொள்ளுங்கள். மிதிவண்டிச் சக்கரக்கம்பியின் ஒரு முனையை ஒரு மரக்கட்டையின் மேல் வைத்து அதனுடன் மின்கம்பியைப் பொருத்தவும்.

மிதிவண்டிச் சக்கரக்கம்பியும், மின்கம்பியும் மரக்கட்டையில் இணையும் இடத்தில், அவை நகராமல் இருக்க ஒரு சிறு கல்லை படத்தில் காட்டியவாறு வைக்கவும். மிதிவண்டிச் சக்கரக்கம்பியின் மறு முனையை அடுத்த மரக்கட்டையின் மேல்தளத்திற்கு இணையாக வரும்படியாக வைக்கவும். நாணயத்தின் மேல் மின்கம்பியைச் சுற்றி அத் இரண்டாவது மரக்கட்டையின் மேல் வைத்து நிலை நிறுத்தவும்.

நாணயத்தில் சுற்றப்பட்ட மின்கம்பிக்கும் மிதிவண்டிச் சக்கரக்கம்பியின் முனைக்கும் இடையில் ஒரு மின்கலனையும், மின் விளக்கையும் பொருத்தவும். மிதிவண்டிச் சக்கரக்கம்பியின் முனையும், நாணயமும் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடும்பொழுது மின்சுற்று முழுமையடைந்து மின்விளக்கு ஒளிர்கிறது. மின்விளக்கு ஒளிரவில்லை எனில் மின்சுற்று முழுமையடைவதில்லை என்பது பொருள். எனவே மின்சுற்று முழுமையடைந்துள்ளதா என்பதைச் சரிபார்க்கவும். (குறிப்பு – மின்சுற்றுகள் பற்றி நாம் மின்னியல் பாடத்தில் விரிவாகப் படிக்க இருக்கிறோம்) தற்பொழுது நாணயத்துக்கும் மிதிவண்டிச் சக்கரக்கம்பிக்கும் இடையில் ஒரு தாளை வைத்து, தாளின் தடிமனுக்கு இணையான இடைவெளியை உருவாக்கவும். தற்பொழுது மின்விளக்கு ஒளிர்கிறதா? காரணம் என்ன?

அதன் நீளம், பரப்பளவு, கன அளவு போன்றவை அதிகரிக்கின்றன.

- வெப்பத்தினால் பொருளின் நீளத்தில் ஏற்படும் அதிகரிப்பு நீள்விரிவு என்றும், பொருளின் பருமனில் ஏற்படும் அதிகரிப்பு பருமவிரிவு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
- மாட்டு வண்டியின் சக்கரத்தின் இரும்பு வளையத்தைச் சக்கரத்துடன் பொருத்தும் முன் அதை வெப்பப்படுத்துவது ஏன்? தண்டவாளத்தின் இரு இரும்புப் பாளங்களுக்கு இடையில் சிறிது இடைவெளி விடப்படுவது ஏன்?

இக்கேள்விகளுக்கான விடையை ஓர் ஆய்வு மூலம் தேடலாமா?

### வெப்ப விரிவின் பயன்கள்

மரச்சக்கரத்தின் மீது இரும்பு வளையத்தைப் பொருத்துதல்:

- மரச்சக்கரத்தின் விட்டமானது இரும்பு வளையத்தின் விட்டத்தைவிட சற்றுப் பெரியதாக இருக்கும். எனவே இரும்புவளையத்தை மரச்சக்கரத்தின் மீது மிக எளிதாகப் பொருத்த இயலாது.

- இரும்பு வளையத்தை முதலில் உயர்ந்த வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்த வேண்டும். வெப்பத்தினால் இரும்பு வளையம் விரிவடையும். இப்பொழுது எளிதாக மரச்சக்கரத்தின் மீது இரும்பு வளையத்தைப் பொருத்த முடியும். பிறகு இரும்பு வளையத்தைக் குளிர்ந்தநீர் கொண்டு உடனடியாக குளிர்விக்கும் பொழுது, இரும்புவளையம் உடனடியாகச் சுருங்குகிறது. எனவே இரும்பு வளையமானது மரச்சக்கரத்தின் மீது, மிக இறுக்கமாகப் பொருந்துகிறது.

#### கரையாணி:

- இரண்டு உலோகத்தகடுகளை ஒன்றிணைக்க கடையாணி பயன்படுகின்றது. நன்கு வெப்பப்படுத்தப்பட்ட கடையாணியை தகடுகளின் துளை வழியே பொருத்தி கடையாணியின் அடிப்பக்க முனையைச் சுத்தியலைக் கொண்டு அடித்து மறுபுறம் ஒரு புதிய தலைப்பகுதி உருவாக்கப்படுகிறது. குளிரும்பொழுது சுருங்குவதால், அது இரண்டு தகடுகளையும் இறுக்கமாகப் பிடித்துக் கொள்கின்றது.

#### தடிமனான கண்ணாடி குவளை விரிதல்:

- கண்ணா வெப்பத்தை அரிதிற் கடத்தும் பொருளாகும். சூடான நீரினை கண்ணாடிக் குவளையில் ஊற்றும்பொழுது, முகவையின் உட்புறம் உடனடியாக விரிவடையும், அதேநேரத்தில் முகவையின் வெளிப்புறம் சுற்றுப்புறத்தின் வெப்பநிலையில் இருப்பதால் விரிவடைவதில்லை. எனவே முகவையானது சமமாக விரிவடையாத காரணத்தால் விரிசல் ஏற்படுகிறது.

#### மின்சாரக் கம்பிகள்:

- மின்கம்பங்களுக்கு இடையே உள்ள மின்சாரக் கம்பியானது கோடைக்காலங்களில் தொய்வாகவும். குளிர்காலங்களில் நேராகவும் இருக்கின்றது. இதற்கான காரணம் வெப்பம் அதிகமாக உள்ளபொழுது, உலோகங்கள் விரிவடைகின்றன. குளிர்காலங்களில் உலோகங்கள் சுருங்குகின்றன. எனவே பருவநிலைக்கு ஏற்ப மின்சாரக்கம்பியின் நீளத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்தைக் கணக்கிட்டு மின்கம்பங்களில் மின்சாரக்கம்பியை சற்று தொய்வாகப் பொருத்துகின்றனர்.
- ❖ அருகிலுள்ள புகைப்படங்களில் ஒரு பாலத்தின் இணைப்புப்பகுதி கோடை மற்றும் குளிர்காலங்களில் படமாக்கப்பட்டுள்ளது.



**7<sup>th</sup> அறிவியல்  
தொகுதி 2  
அலகு- 1  
வெப்பம் மற்றும் வெப்பநிலை**

**வெப்பநிலையின் அலகுகள்:**

- வெப்பநிலையினை அளக்க மூன்றுவகையான அலகுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை: செல்சியஸ், பாரன்ஹீட் மற்றும் கெல்வின் ஆகும்.
- செல்சியஸ்: செல்சியஸ் அலகானது  $^{\circ}\text{C}$  என எழுதப்படுகிறது. உதாரணமாக  $20^{\circ}\text{C}$ . இது இருபதுடிகிரி செல்சியஸ் என அழைக்கப்படுகிறது. செல்சியஸ் அலகானது சென்டிகிரேட் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

**பாரன்ஹீட் :**

- பாரன்ஹீட் அலகானது  $^{\circ}\text{F}$  என எழுதப்படுகிறது. உதாரணமாக  $25^{\circ}\text{F}$  இது இருபத்தைந்து டிகிரி பாரன்ஹீட் என அழைக்கப்படுகிறது.

**கெல்வின்:**

- கெல்வின் அலகானது K என எழுதப்படுகிறது. உதாரணமாக 100 K. இது நூறு கெல்வின் என அழைக்கப்படுகிறது.

**வெப்பநிலையின் SI அலகு கெல்வின் (K) ஆகும்.**

**வெப்பநிலையினை அளவிடுதல்:**

- ஒரு பொருளில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் சராசரி இயக்க ஆற்றல் அதன் வெப்பநிலையாகும். அதாவது ஒரு பொருள் அதிக வெப்பநிலையினை கொண்டிருந்தால் அப்பொருளில் உள்ள மூலக்கூறுகள் அதிகவேகத்தில் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும்.
- ஆனால் இங்கு கேள்வி என்னவெனில் வெப்பநிலையினை எவ்வாறு அளப்பது என்பதாகும்? எந்தவொரு பொருளின் மூலக்கூறுகளும் மிகச் சிறியவையாகும். எனவே அவற்றினை பகுப்பாய்வு செய்து, இயக்கத்தினை (இயக்க ஆற்றல்) கணக்கிட்டு அதன் மூலம் வெப்பநிலையினை அளப்பது கடினமான ஒன்றாகும். எனவே நாம் மாற்றுவழி முறைகளைப் பயன்படுத்தி மட்டுமே ஒரு பொருளில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றலினை அளக்க இயலும்.
- திண்மப் பொருள்களுக்கு வெப்பத்தினை அளக்கும் போது அவை விரிவடையும் என நாம் முன்னரே அறிந்துள்ளோம். அதேபோல் திரவமும் பெய்த்தினால் விரிவடையும். கீழ்க்கண்ட செயல்பாட்டின் மூலம் அதனை அறிந்து கொள்ளலாம். வெப்பநிலைமானியில் உள்ள திரவமானது வெப்பப்படுத்தும் போது விரிவடைகிறது. குளிர்ச்சி அடையும் போது சுருங்குகிறது. இதன் மூலம் வெப்பநிலையானது அளவிடப்படுகிறது. திண்மம் மற்றும் திரவங்களில் வெப்பத்தினால் ஏற்படும் விளைவுகளை நாம் வாயுக்களிலும் காண முடியும்.

**வெப்பநிலைமானி**

- வெப்பநிலையினை அளக்கப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் கருவி வெப்பநிலைமானியாகும்.
- பலவகையான வெப்பநிலைமானிகள் காணப்படுகின்றன. அவற்றுள் சில வெப்பநிலைமானிகள் குறிப்பிட்ட வகை திரவம் நிரப்பப்பட்ட மெல்லிய கண்ணாடி குழலினைக் கொண்டுள்ளன.
- ஏன் பாதரசம் அல்லது ஆல்கஹால் வெப்பநிலைமானிகளில் பயன்படுத்தப் படுகின்றது?
- பெரும்பாலும் பாதரசம் அல்லது ஆல்கஹால் ஆகிய திரவங்கள் வெப்பநிலைமானிகளில் பயன்படுகின்றன. ஏனெனில் அவற்றின் வெப்பநிலைகளில் மாற்றம் ஏற்பட்டாலும்

அவைதிரவநிலையிலேயேதொடர்ந்துகாணப்படுகின்றன. மேலும் சிறியஅளவில் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாறுபாடும் அத்திரவங்களின் கனஅளவில் மாற்றத்தினைஏற்படுத்தக்கூடியதாகஉள்ளது.

- வெப்பநிலைமானியில் உள்ளதிரவங்களின் கனஅளவில் ஏற்படும் இம்மாற்றத்தினைஅளப்பதன் மூலம் நாம் வெப்பநிலையினைஅளவிடுகிறோம்.

#### பாதரசத்தின் பண்புகள்:

- ❖ பாதரசம் சீராகவிரிவடைகிறது. (ஒரேஅளவுவெப்பமாற்றத்திற்குஅதன் நீளத்தில் ஏற்படும் மாற்றமும் ஒரேஅளவுடையதாக இருக்கிறது)
- ❖ இதுஒளிஊடுருவாததுமற்றும்,பளபளப்பானது.
- ❖ இதுகண்ணாடிகுழாயின் சுவர்களில் ஒட்டாது
- ❖ இதுவெப்பத்தினைநன்குகடத்தக்கூடியது.
- ❖ இதுஅதிககொதிநிலையும் (357°C) குறைந்தஉறைநிலையும் (-39°C) கொண்டது. எனவேஅதிகநெடுக்கத்தினாலானவெப்பநிலைகளைஅளக்கபாதரசம் பயன்படுகிறது.

#### ஆல்கஹாலின் பண்புகள்:

- ❖ ஆல்கஹால் -100°Cக்கும் குறைவானஉறைநிலையைகொண்டுள்ளது. எனவேமிகக் குறைந்தவெப்பநிலைகளைஅளக்கபயன்படுகிறது.
- ❖ ஒருடிகிரிசெல்சியஸ் வெப்பநிலையர்விற்கு இதன் விரிவடையும் தன்மைஅதிகமாகும்.
- ❖ இதனைஅதிகஅளவிற்குவண்ணமூட்டமுடியும். ஆதலால்,கண்ணாடிகுழாய்க்குள் இத்திரவத்தினைதெளிவாககாண இயலும்.

#### வெப்பநிலைமானியின் வகைகள்:

- காற்று,உடல் வெப்பநிலை,உணவுமற்றும் பலபொருள்களின் வெப்பநிலைகளைஅளக்கநாம் பல்வேறுவகையானவெப்பநிலைமானிகளைபயன்படுத்துகிறோம். அவற்றுள் மருத்துவவெப்பநிலைமானியும்,ஆய்வகவெப்பநிலைமானியும் பொதுவாகபயன்படுத்தப்படும் வெப்பநிலைமானிகளாகும்.

#### மருத்துவவெப்பநிலைமானி:

- இவ்வகைவெப்பநிலைமானியானதுவீடுகள்,மருத்துவமனைகள் போன்ற இடங்களில் மனிதஉடலின் வெப்பநிலையைஅளக்கபயன்படுகிறது. மருத்துவவெப்பநிலைமானிகளின் குழாயினில் ஒருகுறுகியவளைவுகாணப்படுகிறது. இக் குறுகியவளைவானதுவெப்பநிலைமானியைநோயாளியின் வாயிலிருந்துஎடுத்தவுடன் பாதரசமானதுமீண்டுமீழிக்குள் செல்வதைத் தடுக்கிறது. எனவேநம்மால் வெப்பநிலையைஎளிதாககுறித்துக்கொள்ள இயலும். பாதரச
- இழைக்கு இருபுறமும் இரண்டு வெப்பநிலை அளவுகோல்கள் காணப்படுகின்றன. அவற்றில் ஒன்று செல்சியஸ் அளவுகோல் மற்றொன்று பாரன்ஹீட் அளவுகோலாகும். பாரன்ஹீட் அளவீடானது செல்சியஸ் அளவீட்டினை விட நுட்பமானது என்ற காரணத்தினால் உடலின் வெப்பநிலையானது F (பாரன்ஹீட்)ல் அளக்கப்படுகிறது. மருத்துவ வெப்பநிலைமானியது குறைந்தபட்ச வெப்பநிலையாக 35°C அல்லது 94°F வெப்பநிலையையும் அதிகபட்ச வெப்பநிலையாக 42°C அல்லது 108°F வெப்பநிலையும் அளக்கக்கூடியது.
- மருத்துவவெப்பநிலைமானியினைபயன்படுத்தும்போதுமேற்கொள்ளவேண்டியமுன்னெச்சரிக்கைநடவடிக்கைகள்
  - ❖ வெப்பநிலைமானியினைப் பயன்படுத்துவதற்குமுன்பும் பின்பும் கிருமிநாசினிதிரவத்தினால் நன்குகழுவேண்டும்.

- ❖ பாதரசமட்டத்தினைகீழேகொண்டுவருவதற்காகவெப்பநிலைமானியைஒருசிலமுறைஉதறவேண்டும்.
- ❖ அளவிடத் தொடங்கும் முன் பாதரசமட்டமானது35°Cஅல்லது94°F கீழ் இருக்கவேண்டும்.
- ❖ வெப்பநிலைமானியின் குமிழ் பகுதியில் வெப்பநிலைமானியைபிடிக்கக் கூடாது.
- ❖ உங்கள் கண்ணிற்குநேராகபாதரசமட்டத்தினைவைத்துபிறகுஅளவீட்டினைஎடுக்கவேண்டும்.
- ❖ வெப்பநிலைமானியினைக் கவனமாககையாளவேண்டும். கடினமானபரப்பில் வெப்பநிலைமானிமோதினால் அதுஉடைந்துவிடக்கூடும்.
- ❖ வெப்பநிலைமானியினைஎரியக்கூடியபொருள்களுக்குஅருகிலோஅல்லதுநேரடியாக சூரிய ஒளியின் கீழோவைக்கக்கூடாது.

**ஆய்வகவெப்பநிலைமானி:**

- ஆய்வகவெப்பநிலைமானியானதுபள்ளியில் அல்லதுபிறஆய்வகங்களில் அறிவியல் ஆய்வகளுக்காகவெப்பநிலையினைஅளக்கபயன்படுகிறது. தொழிற்சாலைகளிலும் ஆய்வகவெப்பநிலைமானியைபயன்படுத்தப்படுகிறது. மருத்துவவெப்பநிலைமானியைக் காட்டிலும் அதிகமதிப்புக்கொண்டவெப்பநிலையினைஅளக்க இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வகைவெப்பநிலைமானியின் கண்ணாடிதண்டும்,குமிழும் மருத்துவவெப்பநிலைமானியைக் காட்டிலும் பெரியதாகும். மேலும் இதில் குறுகியவளைவுகாணப்படுவதில்லை. ஆய்வகவெப்பநிலைமானியானது-10°Cமுதல் 110°Cவரையிலானசெல்சியஸ் அளவுகோலினைக் கொண்டுள்ளது.
- ஆய்வகவெப்பநிலைமானியினைபயன்படுத்தும்போதுமேற்கொள்ளவேண்டியமுன்னெச்சரிக்கைநடவடிக்கைகள்:
- வெப்பநிலையினைஅளவிடும்போதுவெப்பநிலைமானியினைசாய்க்காமல் நேராகவைக்கவேண்டும்.

மருத்துவ வெப்பநிலைமானிக்கும் ஆய்வக வெப்பநிலைமானிக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடுகள்:

மருத்துவவெப்பநிலைமானி	ஆய்வகவெப்பநிலைமானி
மருத்துவவெப்பநிலைமானியானது35°C முதல் 42°C வரைஅல்லது94°F முதல் 108°F வரைஅளவீட்டினைக் கொண்டுள்ளது.	ஆய்வகவெப்பநிலைமானியானதுபொதுவாக-10°C முதல் 110°C வரைஅளவிடப்பட்டிருக்கும்
பாதரசமட்டமானதுதானாகவேகீழ் இறங்காது. அதில் உள்ளகுறுகியவளைவானதுபாதரசமட்டத்தினைகீழ் இறங்காமல் பாதுகாக்கிறது.	குறுகியவளைவு இல்லாதகாரணத்தினால் பாதரசமட்டமானதுதானாகவேகீழ் இறங்கிவிடும்
பாதரசத்தினைகீழ் கொண்டுவரவெப்பநிலைமானியினைஉதறவேண்டும்.	பாதரசமட்டத்தினைகீழேகொண்டுவரவெப்பநிலைமானியினைஉதறவேண்டியதில்லை.
இதுஉடல் வெப்பநிலையினைஅளக்கபயன்படுகிறது	இதுஆய்வகத்தில் பல்வேறுபொருள்களின் வெப்பநிலையைஅளக்கபயன்படுகிறது.

- எப்பொருளின் வெப்பநிலையினைஅளக்கவேண்டுமோஅப்பொருளானதுமுழுவதும் வெப்பநிலைமானியின் குமிழினைஅனைத்துபக்கங்களிலும் சூழ்ந்து உள்ளபோதுமட்டுமேஅளவீட்டினைஎடுக்கவேண்டும்.

மனிதர்கள் வெவ்வேறுஉடல் வெப்பநிலையினைபெற்றுள்ளபோதிலும் அவர்களின் சராசரிஉடல் வெப்பநிலை37°C (98.6°F)ஆகும். மேலும் ஒவ்வொருவரும் ஒரேமதிப்பிலானவெப்பநிலையினைநாள் முழுவதும் பெற்று இருப்பதில்லை. நாம் செய்யும்



வேலைகளுக்கு ஏற்பவும் புற சூழலுக்கு ஏற்றாற் போலவும் நமது உடல் வெப்பநிலையானது நாள் முழுவதும் சிறிது உயர்வதும் தாழ்வதுமாக உள்ளது.

### டிஜிட்டல் வெப்பநிலைமணி:

- பாதரச வெப்பநிலைமானியினை பயன்படுத்துவதில் நடைமுறையில் சில சிக்கல்கள் காணப்படுகின்றன. பாதரசம் நச்சுத் தன்மைவாய்ந்தது. மேலும் வெப்பநிலைமானியானது உடைந்து விட்டால் பாதரசத்தினை அப்பறப்படுத்துவதும் கடினமாகும். இன்றைய காலகட்டங்களில் பாதரசத்தினை பயன்படுத்தாத டிஜிட்டல் வெப்பநிலைமானியானது பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது நமது உடலில் இருந்து வெளியேறும் வெப்பத்தினை நேரடியாக அளக்கக் கூடிய ஓர் உணர்வியினை கொண்டுள்ளது. இதன் மூலம் நாம் உடலின் வெப்பநிலையினை அளக்க முடியும்.

### கவனிக்கவும்

- அருண் சூடான பாலின் வெப்பநிலையினை மருத்துவ வெப்பநிலைமானியை பயன்படுத்தி அளந்தறிய முயற்சி செய்தான். அவனது ஆசிரியர் அவ்வாறு செய்வது கூடாது என தடுத்து விட்டார்.

### உங்கள் உடலின் வெப்பநிலையினை கண்கிடுதல்:

கிருமிநாசினி திரவத்தினைக் கொண்டு முதலில் உங்களின் வெப்பநிலைமானியினை கழுவிக்கொள்ளவும். வெப்பநிலைமானியின் முனையினை நன்கு கையில் பிடித்துக் கொண்டு சில முறை உதறவும். இதன் மூலம் பாதரசமானது கீழ் மட்டத்திற்கு இறங்கும். அதன் மட்டமானது 35°C (95°F) க்கு கீழ் உள்ளதா என்பதை உறுதி செய்துக்கொள்ளவும். இப்போது வெப்பநிலைமானியினை உங்கள் நாக்கிற்கு அடியிலோ அல்லது தோள்பட்டைக்கு அடியிலோ வைக்கவும். ஒரு நிமிடத்திற்கு பிறகு வெப்பநிலைமானியினை எடுத்து அளவீட்டினை குறிக்கவும். இந்த அளவீட்டு உங்கள் உடலின் வெப்பநிலையினை குறிக்கும். உங்கள் உடலின் வெப்பநிலை எவ்வளவு?

- மருத்துவ வெப்பநிலைமானியினை நாம் மனிதர்களின் வெப்பநிலையினை தவிர பிற பொருள்களின் வெப்பநிலையினை அளக்க பயன்படுத்தக் கூடாது என அறிவுறுத்துகிறோம். மேலும் அதனை வெளிச்சத்தில் படும்படி அல்லது எரியும் பொருள்களுக்கு அருகிலோ வைக்க கூடாது என கூறுகிறோம். ஏன்? ஏனென்றால் பாதரசத்தின் அதிகமான விரிவினால் உருவாகும் அழுத்தத்தின் காரணமாக வெப்பநிலைமானியானது உடைந்து விடக்கூடும்.

### வெப்பநிலைமானியில் பயன்படுத்தப்படும் அளவீடுகள்: செல்சியஸ் அளவீடு முறை

- சுவீடன் நாட்டுவானியலாளர் ஆண்ட்ரஸ் செல்சியஸ் என்பவரின் பெயரினால் 1742 முதல் இந்த அலகீட்டு முறையானது

### ஆய்வக வெப்பநிலைமானியினைப் பயன்படுத்துதல்:

- ❖ ஒரு பீக்கரில் நீரினை எடுத்துக் கொள்ளவும்.
- ❖ ஆய்வக வெப்பநிலைமானியினை எடுத்துக் கொண்டு அதன் குமிழானது நீரில் மூழ்கி இருக்குமாறு வைக்கவும். அதனை செங்குத்தாக நிறுத்தி வைக்கவும். குமிழானது முழுவதும் நீரில் மூழ்கி இருப்பதனை உறுதி செய்துக்கொள்ளவும். மேலும் குமிழானது பீக்கரின் அடிப்பகுதியினையோ அல்லது சுவர்ப்பகுதியினையோ தொடாதவாறு பார்த்துக்கொள்ளவும்.
- ❖ பாதரசம் மேல் ஏறுவதனை உற்றுநோக்கவும். அது நிலைத்தன்மையினை அடைந்தவுடன் அளவீட்டினை எடுக்கவும்.
- ❖ சூடான நீரினைப் பயன்படுத்தி சோதனையினை திரும்பச் செய்யவும்

### டிஜிட்டல் வெப்பநிலைமானியினைப் பயன்படுத்துதல்:

1. வெப்பநிலைமானியின் முனையினைகிருமிநாசினிகொண்டுசுத்தம் செய்யவும் (சூடான நீரினைபயன்படுத்தவேண்டாம்)
  2. "ON" பொத்தானைஅழுத்தவும்.
  3. வெப்பநிலைமானியின் முனையினைவாய்ப்பகுதி,நாக்கின் அடியில்,அல்லதுதோள்பட்டையின் அடியில் எனஏதாவதொரு இடத்தினில் வைக்கவும்.
  4. அதேநிலையில் வெப்பநிலைமானியினைபீப் என்றஓசைவரும்வரைவைத்திருக்கவும். (ஏறத்தாழ 30 விநாடிகள்)
  5. திரையில் தெரியும் வெப்பநிலையினைகுறித்துக் கொள்ளவும்
  6. வெப்பநிலைமானியினைஅணைத்துவிட்டு,நீரினைக் கொண்டுமூலிபாதுகாப்பாகவைக்கவும்.
- செல்சியஸ் எனஅழைக்கப்படுகிறது. அதற்குமுன்னால் இந்தஅளவீட்டுமுறைசென்டிகிரேடுஎனஅழைக்கப்படுகிறது. இவ்வகைவெப்பநிலைமானியின் அளவுகோலானதுநீரின் உறைநிலைவெப்பநிலையினை(0°C) ஆரம்பமதிப்பாகவும் நீரின் கொதிநிலைவெப்பநிலையினை(100°C) இறுதிமதிப்பாகவும் கொண்டுஅளவிடப்பட்டுள்ளது. கிரேக்கமொழியில் சென்டம் என்பது 100 என்றமதிப்பினையும் கிரேடஸ் என்பதுபடிகள் என்பதையும் குறிக்கும். இவ்விரண்டுவார்த்தைகளும் இணைந்துசென்டிகிரேடுஎன்றவார்த்தைஉருவானது.

#### பாரன்ஹீட் அளவீட்டுமுறை:

- மனிதஉடலின் வெப்பநிலையினைஅளக்கபாரன்ஹீட் அளவீட்டுமுறைபொதுவாகபயன்படுத்தப்படுகிறது. ஜெர்மன் மருத்துவர் டேனியல் கேப்ரியல் பாரன்ஹீட் என்பவரின் பெயரினால் இவ்வளவீட்டுமுறைஅழைக்கப்படுகிறது. பாரன்ஹீட் அளவீட்டுமுறையில் நீரின் உறைநிலை32°F மற்றும் நீரின் கொதிநிலை212°Fஎனஎடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. எனவேபாரன்ஹீட் வெப்பநிலைமானியின் அளவுகோலானது32°F லிருந்து212°Fவரைஅளவிடப்பட்டுள்ளது.

#### கெல்வின் அளவீட்டுமுறை:

வில்லியம் லார்டுகெல்வின் என்பவரின் பெயரினால் இவ்வளவீட்டுமுறை

#### பெருமசிறுமவெப்பநிலைமானி:

ஒருநாளின் அதிகபட்சமற்றும் குறைந்தபட்சவெப்பநிலையினைஅளக்கப் பயன்படும் வெப்பநிலைமானியானதுபெருமசிறுமவெப்பநிலைமானிஎனஅழைக்கப்படுகிறது.

- அழைக்கப்படுகிறது. இதுவெப்பநிலையினைஅளக்கக்கூடியSIஅளவீட்டுமுறையாகும். இந்தஅலகுமுறையானதுKஎன்றஎழுத்தினால் குறிக்கப்படுகிறது. தனிச் சுழிவெப்பநிலையில் இருந்து இதன் அளவீட்டுமுறையின் மதிப்புகள் தொடங்குவதால் தனிச்சுழிவெப்பநிலைமானிஎனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

**எண் கணக்கீடுகள் தீர்க்கப்பட்டகணக்குகள்**

• 68<sup>o</sup>கு வெப்பநிலைமதிப்பினைசெல்சியஸ் மற்றும் கெல்வின் மதிப்பிற்குமாற்றுக.

கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை

வெப்பநிலையின் மதிப்பானதுபாரன்ஹீட்டில் = F = 68,செல்சியஸ் அளவீட்டுமுறையில் வெப்பநிலையின் மதிப்பு= C = ?

கெல்வின் அளவீட்டுமுறையில் வெப்பநிலையின் மதிப்பு= K = ?

$$\frac{(F - 32)}{9} = \frac{C}{5}$$

$$\frac{(68 - 32)}{9} = \frac{C}{5}$$

$$C = 5 \times \frac{36}{9} = 20^{\circ}C$$

$$K = C + 273.15 = 20 + 273.15 = 293.15$$

• பாரன்ஹீட் அளவீட்டிற்கும் செல்சியஸ் அளவீட்டிற்கும் உள்ளதொடர்பும்,கெல்வின் அளவீட்டிற்கும் செல்சியஸ் அளவீட்டிற்கும் உள்ளதொடர்பும் கீழ்க்கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$\frac{(F - 32)}{9} = \frac{C}{5}, K = 273.15 + C$$

மூன்றுமுதன்மையானவெப்பநிலைஅளவீட்டுமுறைகளில் கீழ்க்கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

சிலபொருள்களின்

வெப்பநிலைகள்

வெப்பநிலை	செல்சியஸ் அளவீடு(K)	பாரன்ஹீட் அளவீடு(°C)	கெல்வின் அளவீடு(°F)
நீரின் கொதிநிலை	100	212	373.15
நீரின் உறைநிலை	0	32	273.15
மனிதஉடலின் சராசரிவெப்பநிலை	37	98.6	310.15
அறைவெப்பநிலை (சராசரி)	72	23	296.15

**8th அறிவியல்  
தொகுதி-II  
அலகு- 1 வெப்பம்**

**வெப்பஆற்றலினால் ஏற்படும் விளைவுகள்:**

- ஒருபொருளிற்குவெப்பஆற்றலைஅளிக்கும் போது,அதுஅப்பொருளில் பலமாற்றங்களைஉண்டுபண்ணுகிறது. மூன்றுமுக்கியமானமாற்றங்களை நம் அன்றாடவாழ்வில் நாம் காணலாம். அவையாவன,
  1. விரிவடைதல்
  2. வெப்பநிலையார்வு
  3. நிலைமாற்றம்

**விரிவடைதல்:**

ஒருஉலோகப்பந்துமற்றும் அதற்குப் பொருத்தமானவிட்டமுடையஒருஉலோகவளையத்தினைஎடுத்துக் கொள்ளவும். அப்பந்தினைஅந்தவளையத்திற்குள் செலுத்தவும். உலோகப்பந்தானதுஉலோகவளையத்திற்குள் எளிதாகச் செல்வதைஉங்களால் காணமுடியும். அதனைசிறிது நேரம் அவ்வளையத்தின் மீதுவைக்கவும். சிலநிமிடங்களில் பந்துவளையத்திலிருந்துகீழேவிழுவதைக் காணமுடியும்.

இந்நிகழ்வில் சூடான உலோகப்பந்து முதலில் வளையத்திற்குள் நுழையவில்லை. சிறிது நேரம் கடந்த பிறகு உள்ளே நுழைகிறது. இது எப்படி? பந்தினை வெப்பப்படுத்தும் போது அதிலுள்ள அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகள் வெப்ப ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. பிறகு அவை அதிர்வடையத் தொடங்கி ஒன்றையொன்று

இரயில் தண்டவாளங்களில் சிறிது இடைவெளி இருப்பதைநீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். அதுஏன் என்றுதெரியுமா? இரும்பினால் செய்யப்பட்டதண்டவாளங்கள் கோடைகாலங்களில் வெப்பத்தின் தாக்கத்தினால் விரிவடைகின்றன. ஆனால் அவ்வாறுவிரிவடையும் போதுதண்டவாளத்தில் இடைவெளிவிடப்பட்டுள்ளதால் எந்தவிதபாதிப்பும் அதில் ஏற்படுவதில்லை.

- விலக்கித் தள்ளுகின்றன. இதனால் பந்தானதுவிரிவடைகிறது. எனவே,அதுஉலோகவளையத்திற்குள் நுழையவில்லை. சிறிதுநேரத்தில் வெப்பஆற்றலைசுற்றுப்புறத்திற்குஅளிப்பதால் அப்பந்துதனதுபழையநிலைக்குமீண்டும் வருகிறது. எனவேவளையத்திற்குள் நுழைகிறது. இதிலிருந்துதிடப்பொருள்களைவெப்பப்படுத்தும் போதுஅவைவிரிவடைகின்றனஎன்பதைநாம் அறியமுடிகிறது. இந்தவிரிவுதிரவம் மற்றும் வாயுக்களிலும் ஏற்படுகிறது. ஆனால்,வாயுக்களில் இது அதிகமாக இருக்கும்.

**வெப்பநிலையார்வு:**

- முகவையில் உள்ளநீரைவெப்பப்படுத்தும் போது,நீரில் உள்ளஅணுக்கள் வெப்பஆற்றலைப் பெறுகின்றன. இந்தவெப்பஆற்றல் நீர் மூலக்கூறுகளின் இயக்கஆற்றலைஅதிகரிக்கச் செய்கிறது. நீர் மூலக்கூறுகள் அதிகஆற்றலைப் பெறும்பொழுதுஅவற்றின் வெப்பநிலைஅதிகரிக்கிறது. இதிலிருந்து,வெப்பஆற்றல் ஒருபொருளில் வெப்பநிலையார்வைஏற்படுத்துகிறதுஎன்பதைஅறியமுடிகிறது.

- பனிக்கட்டியில் உள்ளநீர் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயானகவர்ச்சிவிசைஅதிகமாகஉள்ளது. எனவேஅவைமிகவும் நெருக்கமாகஉள்ளன. பனிக்கட்டியைவெப்பப்படுத்தும் போதுநீர் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயானகவர்ச்சிவிசைகுறைவதால் பனிக்கட்டிஉருகிநீராகமாறுகிறது. நீரைவெப்பப்படுத்தும்போதுநீர் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயானகவர்ச்சிவிசைமேலும் குறைவதால் அதுநீராவியாகமாறுகிறது. நீராவியானதுசுற்றுப்புறத்திற்குச் செல்வதால் நீரின் அளவுகுறைகிறது. இந்தநிகழ்வுகளிலிருந்துஒருபொருளிற்குவெப்பஆற்றலைஅளிக்கும் போது,அப்பொருளின் நிலையில் மாற்றம் ஏற்படுகிறதுஎன்பதைஅறிந்துகொள்ளமுடிகிறது. அப்பொருளில் உள்ளவெப்பஆற்றலைநீக்கும்போது,எதிர்த்திசையில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

- ஒருபொருளிலிருந்து வெப்ப ஆற்றலை எடுக்கும் போதோ அல்லது அப்பொருளுக்கு வெப்ப ஆற்றலை அளிக்கும் போதோ அப்பொருளானது ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாற்றம் அடைகிறது. வெப்ப ஆற்றல் காரணமாக பொருள்களில் கீழ்க்காணும் மாற்றங்களுள் ஏதாவது ஒரு மாற்றம் ஏற்படலாம்.

- ❖ திடப்பொருள் திரவமாக மாறுதல் (உருகுதல்)
- ❖ திரவம் வாயுவாக மாறுதல் (ஆவியாதல்)
- ❖ திடப்பொருள் வாயுவாக மாறுதல் (பதங்கமாதல்)
- ❖ வாயு திரவமாக மாறுதல் (குளிர்்தல்)
- ❖ திரவம் திடப்பொருளாக மாறுதல் (உறைதல்)
- ❖ வாயு திடப்பொருளாக மாறுதல் (படிதல்)

இயற்கையாகவே புவியின் மீது திண்மம், திரவம், வாயு ஆகிய மூன்று நிலைகளிலும் காணப்படுகின்ற ஒரே பொருள் நீர் ஆகும்.

### வெப்பப் பரிமாற்றம்:

- ஒரு பொருளுக்கு வெப்ப ஆற்றலை அளிக்கும் போது, அது அப்பொருளின் ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்கு பரிமாற்றம் அடைகிறது. ஒரு பொருளின் நிலையைப் பொறுத்து வெப்பப் பரிமாற்றம் மூன்று விதங்களில் நடைபெறுகிறது. வெப்பப் பரிமாற்றம் நடைபெறும் மூன்று விதங்களாவன:

- ❖ வெப்பக் கடத்தல்
- ❖ வெப்பச் சலனம்
- ❖ வெப்பக் கதிர்வீச்சு

- முகவையில் உள்ள கரண்டியின் மறு முனை எவ்வாறு சூடாகிறது? சூடான நீரிலுள்ள வெப்ப ஆற்றலானது கரண்டியின் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைக்குக் கடத்தப்பட்டதே இந்நிகழ்விற்குக் காரணம் ஆகும். கரண்டி போன்ற திடப்பொருள்களில் அணுக்கள் மிகவும் நெருக்கமாக அமைந்துள்ளன. வெப்பத்தின் மூலம் இயக்க ஆற்றலைப் பெற்று அதிர்வடையும் நீர் மூலக்கூறுகள் கரண்டியிலுள்ள அணுக்களுக்கு வெப்பத்தைக் கடத்தி அவற்றையும் அதிர்வுச் செய்கின்றன. இந்த அணுக்கள் அருகிலுள்ள அணுக்களை அதிர்வுச் செய்கின்றன. இவ்வாறு வெப்ப ஆற்றலானது கரண்டியின் ஒரு முனையிலிருந்து மறு முனைக்குக் கடத்தப்படுகிறது.

- வெப்பக் கடத்தல் நிகழ்வு ஒரு கடத்தியின் இரண்டு முனைகளுக்கிடையே அல்லது வெவ்வேறு வெப்ப நிலையில், ஆனால் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பில் உள்ள இரண்டு திடப்பொருள்களுக்கிடையே நிகழ்கிறது. திடப்பொருள்களில் அதிக வெப்ப நிலையிலுள்ள பகுதியிலிருந்து குறைந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள பகுதிக்கு அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளின் இயக்கம் இல்லாமல் வெப்ப ஆற்றல் பரவும் நிகழ்வு வெப்பக் கடத்தல் என்று வரையறுக்கப்படுகிறது.

உலோகங்கள் அனைத்தும் சிறிந்த வெப்பக் கடத்திகளாகும். வெப்பத்தை எளிதாகக் கடத்தாத பொருள்கள் வெப்பம் கடத்தாப் பொருள்கள் (அல்லது) காப்பான்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. மரம், தக்கை, பருத்தி, கம்பளி, கண்ணாடி, இரப்பர் ஆகியவை வெப்பம் கடத்தாப் பொருள்களாகும்.

### அன்றாட வாழ்வில் வெப்பக் கடத்தல்:

- உலோகத்தாலான பாத்திரங்களில் நாம் உணவு சமைக்கிறோம். சமையல் பாத்திரத்தை வெப்பப்படுத்தும் போது, வெப்ப ஆற்றலானது பாத்திரத்திலிருந்து உணவுப் பொருளுக்குக் கடத்தப்படுகிறது.
- சலவைப் பெட்டியைக் கொண்டு துணியை சலவை செய்யும் போது சலவைப் பெட்டியிலிருந்து வெப்ப ஆற்றல் துணிக்குப் பரவுகிறது.
- சமையல் பாத்திரங்களின் கைப்பிடிப்பிளாஸ்டிக் அல்லது மரத்தினாலான பொருள்களால் செய்யப்பட்டிருக்கும். ஏனெனில் அவை வெப்பத்தைக் கடத்துவதில்லை.

- இக்லூ எனப்படும் பனிவீடுகளில் உள்பகுதியின் வெப்பநிலைசுற்றுப்புறத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும். ஏனெனில் பனிக்கட்டி வெப்பத்தை மிகவும் அரிதாகக் கடத்தக்கூடியது.

#### வெப்பச் சலனம்:

- பாத்திரத்திலுள்ள நீரை வெப்பப்படுத்தும் போது, பாத்திரத்தின் அடிப்பகுதியிலுள்ள நீர் மூலக்கூறுகள் வெப்ப ஆற்றலைப் பெற்று மேல்நோக்கி நகர்கின்றன. பிறகு, மேற்பகுதியிலுள்ள நீர் மூலக்கூறுகள் கீழே நகர்ந்து வெப்பமடைகின்றன. இந்த விதமான வெப்பக் கடத்தலுக்கு வெப்பச் சலனம் என்று பெயர். வளிமண்டலத்திலுள்ள வாயுக்களும் இம்முறையின் மூலமே வெப்பமடைகின்றன. ஒரு பொருளை வெப்பப்படுத்தும்போது, உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள பகுதியிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பகுதிக்கு மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தினால் வெப்பம் கடத்தப்படும் முறைக்கு வெப்பச் சலனம் என்று பெயர். வெப்பச் சலனம் திரவங்கள் மற்றும் வாயுக்களில் நடைபெறுகிறது.

#### அன்றாட வாழ்வில் வெப்பச் சலனம்:

- ❖ நிலக்காற்று மற்றும் கடல் காற்று ஆகிய நிகழ்வுகள் உருவாவதற்கு வெப்பச் சலனமே காரணம் ஆகும்.
- ❖ வெப்பச் சலனம் மூலமாகவே காற்றானது ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்கு இடம் பெயர்கிறது.
- ❖ வெப்பக்காற்று பலூன்களில் வெப்பச் சலனம் மூலம் வெப்பம் கடத்தப்படுவதால் பலூன் மேலே உயர்கிறது.
- ❖ குளிர்சாதனப் பெட்டியில், குளிர்ந்த காற்று கீழ்நோக்கி இடம் பெயர்ந்து, சூடான காற்றை வெப்பச் சலனம் மூலம் இடமாற்றம் செய்கிறது.

#### வெப்பக் கதிர்வீச்சு:

- வெப்பக் கதிர்வீச்சு என்பது வெப்ப ஆற்றல் பரவும் முன்றாவது விதம் ஆகும். திடப்பொருளில் வெப்பக் கடத்தல் மூலமாகவும், திரவம் மற்றும் வாயுக்களில் வெப்பச் சலனம் மூலமாகவும் வெப்ப ஆற்றல் பரவுகிறது. ஆனால் வெற்றிடத்தில் வெப்பக் கதிர்வீச்சு மூலம் வெப்ப ஆற்றல் பரவுகிறது. சூரியனிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்ப ஆற்றல் வெப்பக் கதிர்வீச்சு மூலமே பரவுகின்றது. வெப்ப ஆற்றலானது ஒரு இடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு மின்காந்த அலைகளாகப் பரவும் முறை வெப்பக் கதிர்வீச்சு என்று வரையறுக்கப்படுகிறது.

#### அன்றாட வாழ்வில் வெப்பக் கதிர்வீச்சு:

- ❖ சூரியனிடமிருந்து வெப்ப ஆற்றல் வெப்பக் கதிர்வீச்சு மூலம் பூமியை வந்தடைகிறது.
- ❖ நெருப்பிற்கு அருகில் நிற்கும் போது வெப்பக் கதிர்வீச்சு மூலம் நாம் வெப்பத்தினை உணர்கிறோம்.
- ❖ கருப்பு மேற்பரப்புடைய பொருள்கள் வெப்பக் கதிர்வீச்சுகளை ஏற்கும் தன்மையுடையதாக உள்ளன. எனவே, சமையல் பாத்திரத்தின் அடிப்பகுதியில் கருப்பு நிற வண்ணம் பூசப்படுகிறது.
- ❖ வெண்மை நிறமானது வெப்பக் கதிர்வீச்சினை எதிராளிக்கின்றது. எனவேதான், கோடைகாலங்களில் வெண்மை நிற ஆடைகளை உடுத்துமாறு நாம் அறிவுறுத்தப்படுகிறோம்.

வெப்ப ஆற்றல்	பரவுவதை	நம்	கண்களால்	காண முடியும்.
500°C வெப்பநிலைக்கு ஒரு பொருளை வெப்பப்படுத்தும் போது கதிர்வீச்சானது மங்கிய சிவப்பு நிறத்தில் நமது கண்களுக்குத் தெரிய ஆரம்பிக்கிறது. அப்பொழுது நம் தோலின் மூலம் வெப்பத்தினை உணர முடியும். மேலும் வெப்பப்படுத்தும் போது, கதிர்வீச்சின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. அப்பொழுது ஆரஞ்சு மற்றும் மஞ்சள் நிறத்தைத் தொடர்ந்து இறுதியாக அப்பொருள் வெள்ளை நிறத்தில் ஒளிரும்.				

### வெப்பஅளவியல்:

- இதுவரைவெப்பஆற்றலின் விளைவுகள் பற்றிநாம் பார்த்தோம். ஒருபொருளுக்குவெப்பஆற்றலைஅளிக்கும் போதுஅதன் இயற்பியல் பண்புகளில் மாற்றம் ஏற்படுகின்றது. திடநிலையிலுள்ளநீர் (பனிக்கட்டி) திரவநிலைக்கும்,திரவநிலையிலுள்ளநீர் ஆவிநிலைக்கும் மாற்றமடைகின்றன. இவையாவும் வெப்பத்தினால் ஏற்படும் இயற்பியல் மாற்றங்கள் ஆகும். இதேபோல் வெப்பஆற்றல் வேதியியல் மாற்றங்களையும் ஏற்படுத்துகிறது. பொருள்களில் ஏற்படும் இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் மாற்றங்களைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்வதற்கு,அப்பொருளில் உள்ளவெப்பஆற்றலினைஅளவிடவேண்டும். இவ்வாறுபொருள்களில் நடைபெறும் இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் நிகழ்வுகளில் உள்ளவெப்பஆற்றலின் மதிப்பினைக் கணக்கிடும் முறைக்குவெப்பஅளவியல் என்றுபெயர்.

### வெப்பநிலை:

- ஒருபொருள் சூடான உள்ளதாஅல்லதுகுளிர்ச்சியாகஉள்ளதாஎன்பதைஅறியஉதவும் இயற்பியல் அளவுவெப்பநிலைஆகும். இதுவெப்பநிலைமானியைக் கொண்டுஅளவிடப்படுகிறது. வெப்பநிலையைஅளவிட மூன்றுவிதமானஅளவுகோல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

- ❖ செல்சியஸ் அளவுகோல்
- ❖ ஃபாரன்ஹீட் அளவுகோல்
- ❖ கெல்வின் அளவுகோல்

- மேற்கண்டஅளவுகோல்களுள்,கெல்வின் அளவுகோலேபொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதைப் பற்றியுள் வகுப்புகளில் நீங்கள் விரிவாகத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

### வெப்பத்தின் அலகு:

- வெப்பம் என்பதுஒருவகையானஆற்றல் என்பதுநமக்குத் தெரியும். ஆற்றலின் SI அலகு ஜூல். எனவேவெப்பத்தையும் ஜூல் எனும் அலகில் குறிப்பிடலாம். இதுJஎன்றஎழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. வெப்பத்தைஅளவிடபொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் அலகுகலோரிஆகும்.

1 கிராம் நிறையுள்ளநீரின் வெப்பநிலையை $1^{\circ}\text{C}$ உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பஆற்றலின் அளவு 1 கலோரிஎனவரையறுக்கப்படுகிறது. கலோரிமற்றும் ஜூல் ஆகியஅலகுகளுக்கிடையேயானதொடர்புபின்வருமாறுகுறிப்பிடப்படுகிறது. 1 கலோரி= 4.189 J.

உணவுப் பொருள்களில் உள்ளஆற்றலின் அளவுகலோரிஎனும் அலகால் குறிப்பிடப்படுகிறது. 1 கலோரி = 41200 J (தோராயமாக)
---

- பொதுவாக,பொருள் ஒன்றுஏற்கும் அல்லது இழக்கும் வெப்பத்தின் அளவானது மூன்றுகாரணிகளால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

- ❖ பொருளின் நிறை
- ❖ பொருளின் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றம்
- ❖ பொருளின் தன்மை

- ஒவ்வொருபொருளும் ஒருகுறிப்பிட்டவெப்பநிலையைஅடைவதற்குஅவற்றிற்குவெவ்வேறுஅளவுவெப்பஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. இதுஅப்பொருளின் வெப்பஏற்புத்திறன் என்றுஅழைக்கப்படுகிறது.

- ஒருபொருளின் வெப்பநிலையை $1^{\circ}\text{C}$ அல்லது $1^{\circ}\text{K}$ உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பஆற்றலின் அளவுஅப்பொருளின் வெப்பஏற்புத்திறன் எனவரையறுக்கப்படுகிறது.

இதுCஎன்றஎழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. வெப்பஏற்புத்திறன்,

$$C = \frac{\text{தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு}(Q)}{\text{வெப்பநிலை உயர்வு } (\Delta T)}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

வெப்பஏற்புத்திறனின் அலகுகலோரி/°C இதன் SIஅலகுJK<sup>-1</sup>ஆகும்.

### கணக்கீடு 1

- ஒருஉலோகத்தின் வெப்பநிலை30°Cஆகஉள்ளது. அதற்கு3000 J அளவுள்ளவெப்பஆற்றல் அளிக்கப்படும்போதுஅதன் வெப்பநிலை40°Cஆகஉயிர்கிறதுஎனில்,அதன் வெப்பஏற்புத்திறனைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$\text{வெப்பஏற்புத்திறன் } C = Q/\Delta T$$

$$\text{இங்கு } Q = 3000 \text{ J}$$

$$\Delta T = 40^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C} = 10\text{K}$$

$$\text{எனவே } C = 3000 / 10 = 300\text{JK}^{-1}$$

உலோகப் பந்தின் வெப்பஏற்புத்திறன் 300 JK<sup>-1</sup>ஆகும்.

### கணக்கீடு 2

- ஒரு இரும்புப் பந்தின் வெப்பநிலையை1 Kஉயர்த்துவதற்கு500 JK<sup>-1</sup>வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. அதன் வெப்பநிலையை20Kஉயர்த்துவதற்குத் தேவையானவெப்பஆற்றலைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$\text{வெப்பஏற்புத்திறன் } C' = Q/T$$

$$Q = C \times \Delta T$$

$$\text{இங்கு } C' = 500 \text{ JK}^{-1}$$

$$\Delta T = 20 \text{ K}$$

$$Q = 500 \times 20 = 10000 \text{ J}$$

தேவையானவெப்பஆற்றல் 10000 Jஆகும்.

தன் வெப்பஏற்புத்திறன்:

- ஒரலகுநிறையுடையபொருளின் வெப்பஏற்புத்திறனைஅப்பொருளின் தன்வெப்பஏற்புத்திறன் எனஅழைக்கப்படுகிறது.

1கிலோகிராம் நிறையுள்ளபொருள் ஒன்றின் வெப்பநிலையை1°Cஅல்லது1Kஅளவுஉயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பஆற்றலின் அளவேஅப்பொருளின் தன் வெப்பஏற்புத்திறன் எனவரையறுக்கப்படுகிறது. இது ஊ என்றஎழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

தன் வெப்பஏற்புத்திறன்,

$$C = \frac{\text{தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு}(Q)}{\text{நிறை } (m) \times \text{வெப்பநிலை உயர்வு } (\Delta T)}$$

$$C = Q/ m \times \Delta T$$

$$\text{இதன் SI அலகு } \text{JKg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

### கணக்கீடு 3



- 2 kg நிறையுள்ள நீரின் வெப்பநிலையை 60°C லிருந்து 70°C ஆக உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு 84000 J எனில், நீரின் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறனின் மதிப்பைக் கணக்கிடுக.

**தீர்வு:**

$$\text{தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் } C = Q / m \times \Delta T$$

$$\text{இங்கு } Q = 84000 \text{ J}$$

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 70^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C} = 10\text{K}$$

$$C = 84000 / 2 \times 10 = 4200 \text{ J Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

நீரின் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் 4200 J Kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> ஆகும்.

**கணக்கீடு 4**

- ஒரு உலோகத்தின் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறனின் மதிப்பு 160 J Kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>. 500 கிராம் நிறையுள்ள உலோகத்தின் வெப்பநிலையை 125°C லிருந்து 325°C ஆக உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் மதிப்பைக் கணக்கிடுக.

**தீர்வு:**

$$\text{தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் } C = Q / m \times \Delta T$$

$$Q = C \times m \times \Delta T$$

$$\text{இங்கு } C = 160 \text{ J Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$m = 500 \text{ g} = 0.5 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 325^\circ\text{C} - 125^\circ\text{C} = 200^\circ\text{C} = 200 \text{ K}$$

$$\text{எனவே, } Q = 160 \times 0.5 \times 200 = 16000 \text{ J}$$

தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் மதிப்பு = 16000 J

**கலோரிமீட்டர்:**

- பொருள் ஒன்றினால் ஏற்கப்பட்ட அல்லது இழக்கப்பட்ட வெப்பத்தினை அளவிடப் பயன்படுத்தப்படும் உபகரணம் கலோரிமீட்டர் ஆகும். இது வெப்பம் மற்றும் மின்சாரத்தை நன்கு கடத்தும் தன்மையுடைய உலோகங்களான தாமிரம் அல்லது அலுமினியத்தால் ஆன பாத்திரத்தைக் கொண்டுள்ளது. வெப்ப ஆற்றலை சுற்றுப்புறத்திற்கு அளிப்பதன் மூலம் வெப்ப இழப்பு ஏற்படுவதைத் தடுப்பதற்காக இது வெப்பத்தைக் கடத்தாத ஒரு கலனில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கலனின் முடியின் மீது இடண்டுதுளைகள் உள்ளன. ஒருதுளையின் வழியாக பொருளின் வெப்பநிலையை அளவிடுவதற்கு வெப்பநிலைமானியும், மற்றொருதுளையின் வழியே பாத்திரத்திலுள்ள திரவத்தைக் கலக்குவதற்கு ஒரு கலக்கியும் வைக்கப்பட்டுள்ளது. பாத்திரத்தினுள் வெப்ப ஏற்புத்திறனைக் கணக்கிட வேண்டிய திரவமானது நிரப்பப்பட்டுள்ளது. மின்கம்பியினுள் மின்சாரத்தைக் கடத்துவதன் மூலம் இத்திரவமானது வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. இதைப் பயன்படுத்தி ஒரு திரவத்தின் வெப்ப ஏற்புத்திறனின் மதிப்பினைக் கணக்கிடலாம்.

முதல் முதலாக 1782 ஆம் ஆண்டு ஆன்டொய்ன் லவாய்ஸியர் மற்றும் பியரேசைமன் லாப்லாஸ் ஆகியோரால், வேதியியல் மாற்றங்களால் ஏற்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவை அளவிடப் பணிக்கட்டிக் கலோரிமீட்டர் பயன்படுத்தப்பட்டது.

**வெப்பக் கட்டுப்படுத்தி:**

- ஒரு பொருள் அல்லது இடத்தின் வெப்பநிலையை மாறாமல் வைப்பதற்காக பயன்படுத்தப்படும் சாதனம் வெப்பக் கட்டுப்படுத்தி (தெர்மோஸ்டாட்) ஆகும். 'தெர்மோஸ்டாட்' என்ற சொல், இரண்டுகிரேக்க வார்த்தைகளிலிருந்து பெறப்பட்டது. இதில் 'தெர்மோ' எனும் சொல் வெப்பம் என்றும் 'ஸ்டாட்' என்னும் சொல் அதேநிலையில் இருப்பது என்றும் பொருள்படும். வெப்பமடையும் அல்லது குளிர்ச்சியடையும் உபகரணங்களில் நிர்ணயிக்கப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையை அடைவதற்காக இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை, ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையை அடைந்தவுடன் அந்த உபகரணத்தை செயல்பட வைக்கின்றன.

அல்லதுநிறுத்திவிக்கின்றன. கட்டடங்களிலுள்ள சூடேற்றி,அறைகளின் மையசூடேற்றி,காற்றுப்பதனாக்கி(Air conditioner), நீர் சூடேற்றி மற்றும் சமயலறையிலுள்ளகுளிப்பதனி,நுண்ணலைஅடுப்புஆகியஅமைப்புகளில்வெப்பக் கட்டுப்படுத்தியன்படுத்தப்படுகிறது. சிலசமயங்களில் வெப்பக் கட்டுப்படுத்திஉணர்வியாகவும்,வெப்பநிலைஅமைவுகளைக் கட்டுப்படுத்தும் கட்டும் படுத்தியாகவும் செயல்படுகிறது.

#### வெப்பக் குடவை (வெற்றிடக் குடுவை):

- வெப்பக் குடுவை (வெற்றிடக் குடுவை) என்பதுஅதில் உள்ளபொருளின் வெப்பநிலையைஅதன் சுற்றுப்புறத்தின் வெப்பநிலையைவிடஅதிகரித்துவிடாமல் அல்லதுகுறைந்துவிடாமல் நீண்ட நேரம் வைத்திருக்கக்கூடியவெப்பத்தைக் கடத்தாதசேமிப்புக் கலனாகும். இதனுள் இதனுள் வைக்கப்பட்டுள்ளதிரவத்தின் வெப்பநிலையைநீண்ட நேரம் மாறாமல் காப்பதோடு,அதன் சுவையில் மாற்றம் ஏற்படாமலும் இது பாதுகாக்கிறது.

வெற்றிடக்குடவைமுதன் முதலில் 1892 ஆம் ஆண்டு ஸ்காட்லாந்துஅறிவியலாளர் சர் ஜேம்ஸ் திவார் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அவரைக் கவரவப் படுத்தும் விதமாக இது திவார் குடுவை(Dewar Flask) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இதுதிவார் பாட்டில் எனவும் அழைக்கப்படும்.

#### வெப்பக் குடுவை வேலை செய்யும் விதம்:

- வெற்றிடக் குடுவை இரண்டு சுவர்களைக் கொண்ட ஒரு கலனாகும். அதன் உள்புறமானது சில்வரால் ஆனது. இரண்டு சுவர்களுக்கும் இடையேயான வெற்றிடம் உள்ளது. அது, வெப்பச்சலனம் மற்றும் வெப்பக்கடத்தல் ஆகிய நிகழ்வுகளால் வெப்ப ஆற்றல் வெளியே பரவாமல் இருக்க உதவுகிறது. சுவர்களுக்கு இடையே சிறிதளவு காற்று இருப்பதால், வெளிப்புறத்திலிருந்து உள்புறத்திற்கும், உள்புறத்திலிருந்து வெளிப்புறத்திற்கும் வெப்பம் கடத்தப்படுவதில்லை. குடுவையின் மேற்பகுதியிலும், கீழ்ப்பகுதியிலும் இரண்டு சுவர்களும் இணைகின்ற இடத்தில் மட்டுமே வெப்பக்கடத்தல் மூலம் வெப்பமானது கடத்தப்படமுடியும். குடுவையிலுள்ள சில்வர் சுவர், வெப்பக்கதிர் வீச்சினை மீண்டும் குடுவையிலுள்ள திரவத்திற்கே அனுப்புவதால் நீண்ட நேரம் திரவம் குடாக இருக்கிறது.



## 9th அறிவியல்

### அலகு- 7 வெப்பம்

#### வெப்பத்தின் விளைவுகள்:

ஒருபொருளைவெப்பப்படுத்தும் போதுகீழ்க்கண்டவிளைவுகள் ஏற்படும்.

- விரிவடைதல்:ஒருபொருளைவெப்பப்படுத்தும் போதுஅந்தப் பொருளிலுள்ள மூலக்கூறுகள் அதிகஆற்றலைப் பெற்றுஅதிர்வடையத் தொடங்கும் இதனால் அருகில் இருக்கும் மூலக்கூறுகளும் அதிர்வடையத் தொடங்கும். எனவேவிரிவடைதல் ஏற்படுகிறது. வெயில் காலங்களில் அதிகவெப்பஆற்றல் இரயில் தண்டவாளங்களைவிரிவடையச் செய்கின்றது. இரயில் பாதைகளில் சிறிய இடைவெளிவிடப்பட்டிருப்பதை,நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள் திடப்பொருட்களைவிடதிரவப் பொருட்கள் அதிகமாகவிரிவடையும். ஆனாலும்,வாயுப்பொருட்கள் இவை இரண்டையும் விடஅதிகமாகவிரிவடையும்.
- நிலைமாற்றம்:பனிக்கட்டியைவெப்பப்படுத்தும் போதுஅதுநீராகமாறுகிறது. மேலும் வெப்பப்படுத்தினால் நீர் ஆவியாகமாறுகிறது. அகேவேதிடப்பொருளைவெப்பப்படுத்தும் போதுதிரவப்பொருளாகமாறுகிறது. மேலும் வெப்பப்படுத்தும் போதுஅதுவாயுநிலைக்குமாறுகிறது. வெப்பநிலையைக் குறைக்கும் போதுதலைகீழ் மாற்றம் ஏற்படுகிறது.
- வெப்பநிலைமாற்றம்: ஒருபொருளுக்குவெப்பஆற்றலைஅளிக்கும் போதுஅந்தப் பொருளிலுள்ள மூலக்கூறின் இயக்கஆற்றல் அதிகரிக்கிறது. மூலக்கூறுகள் அதிர்வடைவதால் பொருளின் வெப்பநிலைஅதிகரிக்கிறது. அந்தப் பொருளைகுளிர்விக்கும் போதுவெப்பஆற்றல் வெளியேறிஅதன் வெப்பநிலைகுறைகிறது.
- வேதியியல் மாற்றம்:வெப்பம் ஒருவகையானஆற்றலாக இருப்பதால் அதுவேதியியல் மாற்றத்தில் பெரும் பங்குவகிக்கிறது. வேதிவினைகள் தொடங்குவதற்குவெப்பஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. அதுபோலவேதிவினைகளின் வேகத்தையும் வெப்பஆற்றலேதீர்மானிக்கிறது. விரிகினைஎரித்துஅதன் மூலம் கிடைக்கும் வெப்பத்தினைப் பயன்படுத்திநாம் உணவுசமைக்கிறோம். இந்தவெப்பஆற்றலைஉணவைப் பக்குவமாக்கசமைக்கப் பயன்படுகிறது. இவையாவும்,வெப்பத்தினால் ஏற்படும் வேதியியல் மாற்றங்களாகும்.

#### வெப்பம் பரவுதல்:

- ஒருபொருளில் இருக்கும் வெப்பமானதுஅதே இடத்தில் தங்கி இருக்காது. அதிகவெப்பத்தில் இருக்கும் பொருட்கள் வெப்பத்தை இழந்துகுளிர்வடையும். அதுபோலகுளிர்ந்தபொருட்கள் சுற்றுப்புறத்தில் இருந்துவெப்பத்தைப் பெற்றுவெப்பமடையும். வெவ்வேறுவெப்பநிலையில் உள்ள இரண்டுபொருட்களைஒன்றுசேர்த்தால்,அதிகவெப்பநிலையில் இருக்கும் பொருளிலிருந்துகுறைந்தவெப்பநிலையில் உள்ளபொருளுக்குவெப்பஆற்றல் பரவுகிறது.

சிலநேரங்களில் நாய் தனதுநாக்கைவெளியேதொடங்கவிட்டுக் கொண்டேசுவாசிப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். அப்படிசுவாசிக்கும் போதுஅதன் நாக்கிலிருக்கும் ஈரப்பதம் திரவமாகமாறி, பின் ஆவியாகிவரும். திரவநிலைவாயுநிலைக்குமாறவெப்பஆற்றல் தேவைப்படும். இந்தவெப்பஆற்றல் நாயின் நாக்கில் இருந்துபெறப்படுகிறது. இவ்வாறுநாய் தன் நாக்கில் இருக்கும் தன் வெப்பத்தைவெளியேற்றிதன்னைக் குளிர்வித்துக்கொள்கிறது.

வெப்பமானது மூன்றுவழிகளில் பரவுகிறது,

1. வெப்பக் கடத்தல்
2. வெப்பச் சலனம்
3. வெப்பக் கதிர்வீச்சு

#### வெப்பக் கடத்தல்:

- திடப்பொருட்களில் மூலக்கூறுகள் மிகவும் நெருக்கமாகவும் இயக்கம் இல்லாமலும் அமைந்திருக்கும். திடப்பொருளின் ஒருமுனையினைவெப்பப்படுத்தும் போதுஅந்தமுனையில் இருக்கும் மூலக்கூறுகள் வெப்பஆற்றலைஉட்கவர்ந்துதங்கள் நிலையில் இருந்துகொண்டேமுன்னும் பின்னுமாகவேகமாகஅதிர்வடைகின்றன. அதிர்வடையும் போதுஅருகில் இருக்கும் மூலக்கூறுகளுக்குவெப்பஆற்றலைக் கடத்துகின்றன. இதனால் அருகிலிருக்கும் மூலக்கூறுகளும்

அதிரத் தொடங்குகின்றன. திடப்பொருளில் இருக்கும் அனைத்து மூலக்கூறுகளும் வெப்பஆற்றலைப் பெற்றுக்கொள்ளும் வரை இந்தநிகழ்வுதொடர்ந்துநடந்துகொண்டேயிருக்கும்.

- இவ்வாறு அதிக வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து குறைவான வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருளுக்கு மூலக்கூறுகளின் இயக்கமின்றி வெப்பம் பரவும் நிகழ்வு வெப்பக் கடத்தல் எனப்படும்.

அன்றாட வாழ்க்கையில் வெப்பக் கடத்தல்:

1. உலோகங்கள் மிகச் சிறந்த வெப்பக் கடத்திகள். அதனால்தான், அலுமினியப் பாத்திரங்களை சமையலுக்குப் பயன்படுத்துகிறோம்.
2. பாதரசம் சிறந்த வெப்பக் கடத்தியாக இருப்பதால் அதை வெப்பநிலைமானியில் பயன்படுத்துகிறோம்.
3. நாம் குளிர்காலங்களில் கம்பளி ஆடைகளை உடுத்துகிறோம். கம்பளி ஒரு அரிதிற் கடத்தி, எனவே உடலின் வெப்பத்தை வெளிப் புறத்திற்குக் கடத்தாமல் வைத்திருக்கும்.

தாமிரம், அலுமினியம், பித்தளை மற்றும் கம்பிகளை எடுத்துக் கொள்ளுங்கள். தீக்குச்சி ஒன்றினை மெழுகின் மறுமுனையை வெப்பப்படுத்தும் தீக்குச்சிக் மேலிழுந்துவிடும். முனை மெழுகின் உருகநிலையை அடைந்ததும் இந்த சோதனையைச் செய்யும் தீக்குச்சி முதலில் கீழே விழுந்துவிடுகிறது. தாமிரம் அதிக கடத்தும் திறன் பெற்றுள்ளதைத் தொடர்ந்து அலுமினியம், பித்தளையில் கீழே விழுவதையும் கடைசியாக தீக்குச்சிக் மேலிழுவதையும் காணலாம்.	இரும்பு ஆகிய நான்கு உலோகக் கம்பிகளின் ஒரு முனையில் உதவியோடு பொருத்தி விடுங்கள். போது சிறிது நேரத்தில் கடத்தப்பட்டும் கம்பியின் முனை மெழுகின் உருகநிலையை அடைந்ததும் இந்த சோதனையைச் செய்யும் தீக்குச்சி முதலில் கீழே விழுந்துவிடுகிறது. இத்தனை உலோகங்களில் தீக்குச்சிக் மேலிழுவதையும் காணலாம்.
---	--

**வெப்பச் சலனம்:**

- மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள செயல்பாட்டில் கண்ணாடிக் குவளையின் அடிப்பகுதியில் இருக்கும் தண்ணீர் மூலக்கூறுகள் வெப்பத்தினைப் பெற்றவுடன் மேலே மூம்பிவருகின்றன. மேலே இருக்கும் தண்ணீர் மூலக்கூறுகள் கீழ் நோக்கி வருகின்றன. இதுபோன்ற நிகழ்வுவாயுக்களிலும் நடைபெறுகிறது. வாயுக்களை வெப்பப்படுத்தும் போது வெப்ப மூலத்திற்கு அருகில் உள்ள மூலக்கூறுகள் முதலில் வெப்பமடைந்து விரிவடைகின்றன. அதனால் அவற்றின் அடர்த்தி குறைகிறது. இத்தகைய மூலக்கூறுகள் மேலே செல்லச் செல்ல கனமான மூலக்கூறுகள் கீழே வெப்ப மூலத்திற்கு அருகில் வருகின்றன. இங்கு, மூலக்கூறுகளின் உண்மையான இயக்கத்தால் வெப்பம் பரவுகிறது.
- ஒரு திரவத்தின் அதிக வெப்ப முள் பகுதியில் இருந்து குறைவான வெப்ப முள் பகுதிக்கு மூலக்கூறுகளின் உண்மையான இயக்கத்தால் வெப்பம் பரவுவதை வெப்பச் சலனம் எனலாம்.

**அன்றாட வாழ்க்கையில் வெப்பச் சலனம்:**

- சூடான காற்றுப் பூன்கள்: இத்தகைய பூன்களின் அடிப்பகுதியில் இருக்கும் காற்று மூலக்கூறுகள் வெப்பமடைந்து மேல் நோக்கி நகரத் தொடங்கும். இதனால் சூடான காற்றுப் பூனின் உள்ளே நிரம்புகிறது. அடர்த்தி குறைந்த சூடான காற்றினால் பூன் மேல் நோக்கிச் செல்கிறது. சூடான காற்று மேல் நோக்கிச் செல்வதால் பூனின் மேற்பகுதியில் இருக்கும் குளிர் காற்று கீழ் நோக்கி நகர்கிறது. இந்தச் செயல் தொடர்ந்து நடைபெற்றுக்கொண்டே இருக்கும்.
- நிலக் காற்றும் கடல் காற்று:

பகல் நேரங்களில் நிலப்பரப்பு, கடல் நீரை விட அதிகமாக சூடாகிறது. இதனால் நிலப்பரப்பில் உள்ள சூடான காற்று மேலே மூழ்புகிறது. கடல் பரப்பிலிருந்து குளிர்ந்த காற்று நிலத்தை நோக்கி வீசுகிறது. இதனை கடல் காற்று என்கிறோம். இரவு நேரங்களில் நிலப்பரப்பு கடல் நீரை விட விரைவில் குளிர்வடைகிறது. கடல் பரப்பில் உள்ள சூடான காற்று மேலே மூழ்புகிறது. கடல் பரப்பிலிருந்து குளிர்ந்த காற்று நிலத்தை நோக்கி வீசுகிறது. இதனை கடல் காற்று என்கிறோம். இரவு நேரங்களில் நிலப்பரப்பு கடல் நீரை விட விரைவில் குளிர்வடைகிறது. கடல் பரப்பில் உள்ள சூடான காற்று மேலே மூழ்புகிறது. கடல் பரப்பிலிருந்து குளிர்ந்த காற்று நிலத்தை நோக்கி வீசுகிறது.

காற்றுமேலெழும்ப,நிலப்பரப்பிலிருந்துகுளிர்ந்தகாற்று  
இதனைநிலக்காற்றுஎன்கிறோம்.

கடல்

பகுதிநோக்கிவீசுகிறது.

#### காற்றோட்டம்:

- காற்றானது,அழுத்தம் அதிகமானபகுதியிலிருந்துஅழுத்தம் குறைவானபகுதிக்குச் செல்லும். சூடான காற்றுமேலெழும்பிச் செல்வதால் அங்குகுறைந்தஅழுத்தம் உருவாகிறது. ஆகவேகுளிர்ந்தகாற்றுஅதிகஅழுத்தப் பகுதியில் இருந்துகுறைந்தஅழுத்தப் பகுதியைநோக்கிநகர்கிறது. இதுவேகாற்றோட்டத்தைஉருவாக்குகிறது.

#### புகைபோக்கிகள்:

- சமையல் அறைகளிலும் தொழிற்சாலைகளிலும் உயரமானபுகைபோக்கிகளைவைத்திருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். சூடான காற்றுஅடர்த்திகுறைவாக இருப்பதால் எளிதாகவளிமண்டலத்திற்குச் சென்றுவிடுகிறது.

#### வெப்பக் கதிர்வீச்சு:

- எந்தஒருபொருளின் உதவியுமின்றிவெப்பஆற்றல் ஒரு இடத்தில் இருந்துமற்றொரு இடத்திற்குப் பரவுவதைநாம் வெப்பக் கதிர்வீச்சுஎன்கிறோம். இந்தமுறையில் சூடான பொருட்களில் இருந்துவெப்பமானதுஅலைகளாகஎல்லாத் திசைகளிலும் பரவுகிறது. வெப்பக் கடத்தலும்,வெப்பச் சலனமும் வெற்றிடத்தில் நடைபெறாது. அவைகள் நடைபெறப்பொருட்கள் தேவைப்படும். ஆனால் வெப்பக்கதிர் வீச்சுநடைபெறப்பொருட்கள் தேவையில்லை. இதனால் வெற்றிடத்தில் கூட வெப்பக்கதிர்வீச்சுநடைபெறும். வெப்பக் கதிர்வீச்சுஒளியின் திசைவேகத்தில் செல்லக்கூடியமின்காந்தஅலைகளாகவும் கருதலாம். வெப்பஆற்றல் ஒரு இடத்தில் இருந்துமற்றொரு இடத்திற்குமின் காந்தஅலைகளாகபரவும் நிலையைவெப்பக்கதிர்வீச்சுஎன்கிறோம்.

பரவும் நிலையைவெப்பக்கதிர்வீச்சுஎன்கிறோம்.

- சூரியனிடமிருந்துகிடைக்கும் வெப்பஆற்றல் வெப்பக்கதிர்வீச்சு மூலமாகவேவருகிறது. O Kவெப்பநிலைக்குஅதிகமாக இருக்கும் எல்லாப் பொருட்களிலிருந்தும் வெப்பக் கதிர்வீச்சுஎன்பதும் சிலபொருட்கள் வெப்பத்தைஉமிழும்,மற்றசிலபொருட்கள் வெப்பத்தைஉட்கவரும்.

விறகுஅடுப்பைப் பயன்படுத்தும் போதுவெப்பம் பரவும் மூன்றுவழிகளையும் நாம் பார்க்கலாம். விறகினைஎரிக்கும் போதுஒருமுனையில் இருந்துமறுமுனைக்குவெப்பக்கடத்தல் மூலம் வெப்பம் பரவுகிறது. எரியும் விறகின் மேற்பகுதியில் இருக்கும் காற்றுவெப்பமாகிமேலெழுந்துசெல்வதால் வெப்பச்சலனம் மூலம் வெப்பம் கடத்தப்படுகிறது. வெப்பக் கதிர்வீச்சினால் அடுப்பிலிருந்துவரும் வெப்பத்தைநாம் உணரமுடிகிறது.

#### அன்றாவாழ்க்கையில் வெப்பக் கதிர்வீச்சு:

1. வெள்ளைநிறஆடைகள் சிறந்தவெப்பபிரதிபலிப்பான்கள் ஆகும். கோடைகாலங்களில் அவை நம உடலைகுளிர்ச்சியாகவைத்திருக்கின்றன.
2. சமையல் பாத்திரங்களின் அடிப்பகுதியில் கறுப்புநிறவண்ணத்தைப் பூசியிருப்பார்கள். கறுப்புநிறமானதுஅதிககதிர்வீச்சினைஉட்கவரும்.
3. விமானத்தின் புறப்பட்டமிகவும் பளபளப்பாக இருக்கும். இதனால் சூரியனிலிருந்து விமானத்தின் மீதுவிழும் கதிர்வீச்சின் பெரும்பகுதியானதுபிரதிபலிக்கப்படுகிறது.

#### வெப்பநிலை:

- ஒருபொருளின் வெப்பம் அல்லதுகுளிர்ச்சியின் அளவைத்தான் நாம் வெப்பநிலைஎன்கிறோம். ஒருபொருளின் வெப்பம் அதிகரிக்கும் போதுவெப்பநிலையும் அதிகரிக்கும்.

#### வெப்பநிலையின் அலகு:

- வெப்பநிலையின் SIஅலகுகெல்வின் (K)தினசரிப்பாட்டில் செல்சியஸ் (°C)என்றாலகும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வெப்பநிலைமானியின் உதவியுடன் வெப்பநிலைஅளவிடப்படுகின்றது.

வெப்பநிலைஅளவீடுகள்:

வெப்பநிலையைஅளவிடுவதற்கு மூன்றுஅளவீடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

i. ∴பாரன்ஹீட் அளவீடு

ii. செல்சியஸ் அல்லதுசென்டிகிரேடுஅளவீடு

iii.கெல்வின் அளவீடுஅல்லதுதனித்தஅளவீடு

- ∴பாரன்ஹீட் அளவீடு: ∴பாரன்ஹீட் அளவீட்டில் 32°Fஉறைநிலைப் புள்ளியாகவும். 212°Fஆவியாதல் புள்ளியாகவும் நிலைநிறுத்தப்பட்டுள்ளன. இந்த இரண்டுபுள்ளிகளுக்கிடையேஉள்ள இடைவெளி180பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.
- செல்சியஸ் அளவீடு: செல்சியஸ் அளவீட்டில் 0°Cஉறைநிலைப் புள்ளியாகவும்,100°Cஆவியாதல் புள்ளியாகவும் நிலைநிறுத்தப்பட்டுள்ளன. இந்த இரண்டுபுள்ளிகளுக்கிடையேஉள்ள இடைவெளி100 பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.
- செல்சியஸ் அளவீட்டை ∴பாரன்ஹீட் அளவீடாகமாற்றுவதற்குத் தேவையானசமன்பாடு:

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

∴பாரன்ஹீட் அளவீட்டைசெல்சியஸ் அளவீடாகமாற்றுவதற்குத் தேவையானசமன்பாடு:

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

**கெல்வின் அளவீடு (தனித்தஅளவீடு):**

- கெல்வின் அளவீடு,தனித்தஅளவீடுஎன்றும் வழங்கப்படுகிறது. கெல்வின் அளவீட்டில் 0 Kஎன்பதுதனிச் சுழிவெப்பநிலைஆகும். ஒருபொருளின் மூலக்கூறுகள் மிகக்குறைந்தஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும் போது இருக்கும் வெப்பநிலைதனிச் சுழிவெப்பநிலைஆகும். 273.16 Kவெப்பநிலையில் நீரின் திட,திரவமற்றும் வாயுநிலைகள் ஒன்றிணைந்துகாணப்படும். நீரின் மும்மைப் புள்ளியின் 1/273.15பங்குஒருகெல்வின் ஆகும். செல்சியஸ் மற்றும் கெல்வின் அளவுவீடுகளிடையேயானதொடர்புK = C + 273.15

**தனிச் சுழிவெப்பநிலை :**

- ஒருவாயுவின் அழுத்தமும் கனஅளவும் கருத்தியலில் சுழியாகமாறும் வெப்பநிலைக்குதனிச் சுழிவெப்பநிலைஎன்றுபெயர். கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.
- அனைத்துவகையானவாயுக்களின் அழுத்தமும் -273.15°Cவெப்பநிலையில் சுழியாகிவிடும் இதனைத் தான் தனிச் சுழிவெப்பநிலைஅல்லது முழு என்கிறோம்.
- மூன்றுவகைவெப்பநிலைஅளவுவீடுகளிலும் சிலஅடிப்படைவெப்பநிலைகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.
- மூன்றுவகைவெப்பநிலைஅளவுகோல்களில் சிலஅடிப்படைவெப்பநிலைகள்:

வெப்பநிலை	கெல்வின்	செல்சியஸ்	பாரன்ஹீட்
நீரின் கொதிநிலை	373.15	100	212
பனிக்கட்டியின் உருகுநிலை	273.15	0	32
தனிச்சுழிவெப்பநிலை	0	-273	-460

**தன் வெப்பஏற்புத் திறன்:**

- பூமியின் நிலப்பரப்புக்காலநேரங்களில் குளிர்ச்சியாகவும் மதியவேளைகளில் சூடாகவும் இருப்பதை உணர்ந்திருப்பீர்கள். ஆனால் ஏரியில் இருக்கும் தண்ணீரின் மேற்பரப்புகாலையிலும் மதியவேளையிலும் ஓரளவுக்கு ஒரே வெப்பநிலையில் தான் இருக்கும். நிரப்பர்ப்பும் நீர்ப்பரப்பும் சூரியனிடமிருந்து ஒரே அளவில் வெப்பத்தைப் பெற்றாலும் அவற்றின் வெப்பநிலைகள் மாறுகின்றன. வெப்பத்தை உட்கவரும் மற்றும் வெளிவிடும் பண்புகள் இரண்டிற்கும் வேறுபடுகின்றன. பொதுவாக வெப்பத்தை வெளிவிடும் அல்லது உட்கவரும் பண்பு மூன்றுகாரணிகளால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

1. பொருளின் நிறை
2. பொருளில் ஏற்படும் வெப்பநிலை வேறுபாடு
3. பொருளின் தன்மை

- எல்லாவிதமான பொருட்களிலும் அதிகதன் வெப்ப ஏற்புத் திறன் கொண்ட பொருள் நீர். நீரின் தன் வெப்ப ஏற்புத் திறன்  $4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$  எனவே, தன்னுடைய வெப்பநிலையை உயர்த்துவதற்கு நீர் அதிக வெப்பத்தை எடுத்துக்கொள்ளும். அதனால் தான் வாகனங்களில் இருக்கும் வெப்பம் தணிக்கும் அமைவுகளில் நீர் குளிர்விப்பானாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் தொழிற்சாலைகளிலும் இயந்திரங்களிலும் ஏற்படும் வெப்பத்தைத் தணிப்பதற்கும் நீர் பயன்படுகிறது. ஏரியின் மேற்பகுதியில் இருக்கும் நீரின் வெப்பநிலை பகல் நேரத்திலும் பெரிதும் மாறாமல் இருப்பதற்கான காரணமும் இதுவே.

### வெப்ப ஏற்புத் திறன்:

- இப்போதுதான் வெப்ப ஏற்புத் திறன் பற்றி தெளிவுபெற்றிருப்பீர்கள். ஒரு கிலோகிராம் நிறையுள்ள ஒரு பொருளை  $1^\circ\text{C}$  வெப்பநிலைக்கு உயர்த்துவதற்குக் கொடுக்கப்படும் வெப்ப ஆற்றலே தன் வெப்ப ஏற்புத் திறன். ஒரு பொருளின் நிறை முழுவதையும்  $1^\circ\text{C}$  வெப்பநிலைக்கு உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றல் வெப்ப ஏற்புத் திறன் ஆகும். எனவே, ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை  $1^\circ\text{C}$  உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்ப ஆற்றல் வெப்ப ஏற்புத் திறன் ஆகும். இதனை C எனக் குறிப்பிடலாம்.

$$\text{வெப்ப ஏற்புத் திறன்} = \frac{\text{தேவையான வெப்ப ஆற்றல்}}{\text{வெப்பநிலை மாற்றம்}}$$

வெப்ப ஏற்புத் திறனின் SI அலகு  $\text{J/K}$  இதனை  $\text{Cal}/^\circ\text{C}$ ,  $\text{kcal}/^\circ\text{C}$  அல்லது  $\text{J}/^\circ\text{C}$  எனவும் குறிப்பிடலாம்.

### நிலை மாற்றம்:

- பொருளானது ஒரு நிலையில் இருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாறும் நிகழ்வையே நாம் நிலை மாற்றம் என்கிறோம்.
- எடுத்துக்காட்டாக, சாதாரண வெப்பநிலையில் நீர் மூலக்கூறுகள், திரவநிலையில் இருக்கும்  $100^\circ\text{C}$  வெப்பநிலைக்கு நிரை வெப்பப்படுத்தும் போது அது நீர்வாயாக மாறுகிறது. நீர்வாயிலில் இருக்கிறது. வெப்பநிலையைக் குறைக்கும் போது மீண்டும் நீராக மாறுகிறது. வெப்பநிலையை  $0^\circ\text{C}$  க்கு குறைக்கும் போது பனிக்கட்டியாக மாறுகிறது, பனிக்கட்டி திடநிலையில் இருக்கிறது. பனிக்கட்டியை வெப்பப்படுத்தும் போது மீண்டும் நீராக மாறுகிறது. இவ்வாறு வெப்பநிலையில் மாற்றம் ஏற்படும் போது நீர் தனது நிலையை மாற்றிக்கொள்கிறது. நிலை மாற்றத்தில் நிகழும் செயல்முறைகளை விளக்குகிறது.

### உருகுதல் - உறைதல்:

- ஒரு பொருள் வெப்பத்தை உட்கவர்ந்து திடநிலையிலிருந்து திரவநிலைக்கு மாறும் நிகழ்வு உருகுதல் ஆகும். ஒரு திடப்பொருள் தன் நிலையை திரவநிலைக்கு மாற்றும் வெப்பநிலை உருகுநிலை எனப்படும். இதன் மறு திசை நிலை மாற்றம் உறைதல் ஆகும். அதாவது ஒரு பொருள் வெப்பத்தை வெளிவிட்டு திரவநிலையில் இருந்து திடநிலைக்கு மாறும் நிகழ்வு உறைதல் ஆகும். எந்த வெப்பநிலையில் திரவப்பொருள்

திட்பொருளாகமாறுகிறதோ அந்தவெப்பநிலை உறைநிலை ஆகும்.  
பொறுத்தவரை உருகுநிலை மற்றும் உறைநிலை இரண்டும்  $0^{\circ}\text{C}$  ஆகும்.

நீரைப்

### ஆவியாதல் - குளிர்தல்:

- ஒருபொருள் வெப்பத்தை உட்கவர்ந்து திரவநிலையில் இருந்து வாயுநிலைக்கு மாறும் நிகழ்வு ஆவியாதல் ஆகும். எந்தவெப்பநிலையில் திரவப்பொருள் வாயுநிலைக்கு மாறுகிறதோ அந்தவெப்பநிலை அதன் கொதிநிலை ஆகும். வாயுநிலையில் இருக்கும் ஒருபொருள் வெப்பத்தை வெளிவிட்டு திரவமாக மாறும் நிகழ்வு குளிர்தல் ஆகும். எந்தவெப்பநிலையில் வாயுதன் நிலையை திரவநிலைக்கு மாற்றுகிறதோ அந்தவெப்பநிலை ஒடுக்கநிலை ஆகும். நீருக்கு கொதிநிலையும் ஒடுக்கநிலையும்  $100^{\circ}\text{C}$  ஆகும்.

### பதங்கமாதல்:

- உலர் பனிக்கட்டி, அயோடின், உறைந்த கார்பன் டை ஆக்சைடு, நார்ப்தலின் போன்ற திடப்பொருட்களை வெப்பப்படுத்தும் போது திரவநிலைக்கு மாறாமல் நேரடியாக வாயுநிலைக்கு மாறி விடுகின்றன இவ்வாறு, வெப்பப்படுத்தும் போது திடப்பொருட்கள் நேரடியாக வாயுநிலைக்கு மாறும் நிகழ்வு பதங்கமாதல் எனப்படுகிறது.
- வெப்பநிலை மாறும் பொழுது வெப்பத்தின் அளவைப் பொறுத்து ஒருபொருளின் நிலை மாற்றத்தின் வெவ்வேறுபடி நிலைகள் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன.

### உள்ளுறை வெப்பம்

சிலகனசதுர வடிவ பனிக்கட்டித் துண்டுகளை எடுத்து ஒரு கண்ணாடிக் குவளையில் போட்டு விடுங்கள். ஒரு வெப்பநிலைமானியைப் பயன்படுத்தி அதன் வெப்பநிலையைக் குறித்துக் கொள்ளுங்கள். அது  $0^{\circ}\text{C}$  எனக் காட்டும். இப்போது கண்ணாடிக் குவளையை வெப்பப்படுத்துங்கள். வெப்பநிலை மானிகாட்டும் வெப்பநிலையை தொடர்ந்து கவனியுங்கள். பனிக்கட்டி நீராக மாறும் வரை வெப்பநிலை மானி  $0^{\circ}\text{C}$  காட்டும். அதன் பின் வெப்பநிலை  $100^{\circ}\text{C}$  வரை அதிகரிக்கும். பின்னர் எவ்வளவுதான் வெப்பப்படுத்தினாலும் நீர் மூழுவதும் ஆவியாகும் வரை வெப்பநிலை மானியில் வெப்பநிலை  $100^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையைத் தாண்டாமல் இருக்கும்.

- “உள்ளுறை” என்பது மறைந்திருப்பது எனப்படும். ஆகவே உள்ளுறை வெப்பம் என்பது மறை வெப்பம் அல்லது மறைந்திருக்கும் வெப்ப ஆற்றல் எனப்படும்.
- பனிக்கட்டி உருகி நீராக மாறும் வரை வெப்பநிலை மாறாமல்  $0^{\circ}\text{C}$  காட்டியது. அதுபோல் நீர்  $100^{\circ}\text{C}$  அடைந்த பின்னரும் எவ்வளவு அதிக வெப்பத்தைக் கொடுத்தாலும் அதன் வெப்பநிலை  $100^{\circ}\text{C}$  ஆக இருந்தது. ஏன் இவ்வாறு நடைபெறுகிறது?
- ஒரு பொருள் தன்நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும் போது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பத்தை உட்கவர்கிறது அல்லது வெளிவிடுகிறது. இந்த வெப்ப ஆற்றல் உள்ளுறை வெப்பம் என அழைக்கப்படுகிறது. வெப்பநிலை மாறாத நிலையில் ஒரு பொருள் தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும் போது உட்கவரும் அல்லது வெளியிடும் வெப்ப ஆற்றல் உள்ளுறை வெப்பம் ஆகும்.
- உருகுதல் நிகழ்வின் போது வெப்பமானது உட்கவரப்பட்டு அதே வெப்பமானது உறைதல் நிகழ்வின் போது (வெப்பநிலையில் எந்தவித மாற்றமும் இல்லாமல்) வெளிவிடப்படும் இந்த வெப்பத்தை உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் என்கிறோம். இதுபோல ஆவியாதலின் போது வெப்பமானது திரவத்தினால் உட்கவரப்படுகிறது. அதே அளவு வெப்பம் குளிர்தல் நிகழ்வின் போது நீராவி யினால் (வெப்பநிலையில் எந்தவித மாற்றமும் இல்லாமல்) வெளியிடப்படும். இந்த வெப்பத்தை ஆவியாகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் என்கிறோம்.

### தன் உள்ளுறை வெப்பம்:



- உள்ளூறைவெப்பத்தைஒரலகுநிறைக்குவரையறுத்தல் அதனைதன் உள்ளூறைவெப்பம் எனலாம். இதனைLஎன்றகுறியீட்டினால் குறிப்பிடலாம். Qஎன்பதைஉட்கவரப்பட்டஅல்லதுவெளிவிடப்பட்டவெப்பத்தின் அளவாகவும்,mஎன்பதைபொருளின் நிறையாகவும் கருதினால்,தன் உள்ளூறைவெப்பம் கீழ்க்கண்டசமன்பாட்டில் குறிப்பிடலாம்.  $L = Q/m$ .
- 



**10th அறிவியல்**  
**அலகு- 3**  
**வெப்ப இயற்பியல்**

**வெப்பநிலை:**

- ஒரு பொருளில் இருக்கும் வெப்பத்தின் அளவு வெப்பநிலை என வரையறுக்கப்படுகிறது. குளிர்ச்சியான பொருளைவிட சூடான பொருளின் வெப்பநிலை அதிகம். ஒரு பொருள் சுற்றுப்பறத்தூடன் வெப்பச் சமநிலையில் உள்ளதா அல்லது இல்லையா என்று கூறும் பண்பையும் வெப்பநிலை என வரையறுக்கலாம் (மூலக்கூறுகளின் சராசரி இயக்க ஆற்றல் வெப்பநிலை ஆகும்). வெப்பநிலை என்பது ஒரு பொருளின் வெப்பம் எத்திசையில் பரவுகிறது என்பதை குறிப்பிடும் பண்பு ஆகும். வெப்பநிலை என்பது ஒரு ஸ்கேலார் அளவு ஆகும். வெப்பநிலையின் SI அலகு கெல்வின். மேலும் செல்சியஸ் ( $^{\circ}\text{C}$ ) மற்றும் ஃபாரன்ஹீட் ( $^{\circ}\text{F}$ ) ஆகிய அலகுகளும் வெப்பநிலையை அளக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**வெப்பநிலையின் தனித்த அளவுகோல் (கெல்வின் அளவுகோல்):**

- கெல்வின் அளவுகோலிலுள்ள தனிச்சுழி வெப்பநிலையைப் பொறுத்து அளவிடப்படும் வெப்பநிலையை தனித்த அளவுகோல் என அழைக்கிறோம். அளவுகோல் என்பது பண்டையை எந்திரவியல் கருத்துப்படி, வெப்ப இயக்கவியலின் இயக்கங்கள் முடிவுக்கு வருகின்ற வெப்பநிலையான சுழி வெப்பநிலையை கொண்ட ஒரு முழுமையான வெப்பநிலை அளவுகோல் ஆகும். இது வெப்ப இயக்கவியலின் வெப்பநிலை என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. வெப்ப இயக்கவியலின் வெப்பநிலையின் ஓர் அலகு என்பது நீரின் மும்மைப்புள்ளியில்  $1/273.16$  பங்கு ஆகும். ஒரு டிகிரி செல்சியஸ் வெப்பநிலை வேறுபாடு ஒரு கெல்வினுக்கு சமமாகும்.

வேறுபட்ட வெப்பநிலை அளவுகோல்களுக்கு இடையேயான தொடர்பு:

செல்சியஸிலிருந்து கெல்வின்  $K = C + 273$

ஃபாரன்ஹீட்டிலிருந்து கெல்வின்  $K = (F + 460) \times 5/9$

○  $K = -273^{\circ}\text{C}$

**வெப்ப ஆற்றலின் விளைவுகள்:**

- ஒரு பொருளிற்கு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்ப ஆற்றலை அளிக்கும் போது, அப்பொருளானது ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கீழ்க்கண்ட மாற்றங்களுக்கு உட்படும்.
  - பொருளின் வெப்பநிலை உயரும்
  - திடநிலையிலுள்ள ஒரு பொருள் திரவநிலைக்கோ அல்லது திரவநிலையிலுள்ள ஒரு பொருள் வாயுநிலைக்கோ மாற்றம் அடையும்.
  - வெப்பப்படுத்தும் போது பொருளானது விரிவடையும்
- ஒரு பொருளின் வெப்பநிலை உயர்வானது அப்பொருளிற்கு அளிக்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றலைச் சார்ந்தது. மேலும் இது பொருளின் தன்மை மற்றும் நிறையைப் பொறுத்து மாறுபடும். வெப்ப ஆற்றலினால் பொருளின் வெப்பநிலை உயர்வது பற்றியும் மற்றும் நிலைமாற்றம் பற்றியும் முந்தைய வகுப்புகளில் படித்துள்ளோம். பின்வரும் பிரிவுகளில் வெப்ப ஆற்றலினால் பொருள் எவ்வாறு விரிவடைகின்றது என்பதைப் பற்றிப் பார்ப்போம்.

**பொருளில் வெப்பவிரிவு:**

- ஒரு பொருளிற்கு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்ப ஆற்றலை அளிக்கும் போது அந்த பொருளின் பரிமாணம் (நீளம் அல்லது பரப்பு அல்லது பருமன்) அதிகரிக்கும். வெப்பநிலை உயர்வால் பொருளின் பரிமாணத்தில் ஏற்படும் மாற்றமே அப்பொருளின் வெப்பவிரிவு என அழைக்கப்படுகிறது. திரவங்களில் (எ.கா. மெர்குரி) ஏற்படும் வெப்பவிரிவினை சூடான நீரில் வைக்கப்பட்ட வெப்பநிலைமானியில் காணலாம். எனவே, அனைத்து விதமான பொருட்களும் (திட, திரவ மற்றும் வாயு) வெப்பத்தினால் விரிவடையும்.

**திடப் பொருளில் வெப்பவிரிவு:**

- திடப்பொருளை வெப்பப்படுத்தும் போது அணுக்கள் ஆற்றலினைப் பெற்று வேகமாக அதிர்வுறுகிறது. இதனால் திடப் பொருளானது விரிவடைகிறது. ஒரு பொருளை வெப்பப்படுத்தும் போது, வெப்பநிலை மாற்றத்தினால் ஏற்படும் வெப்பவிரிவு திரவமற்றும் வாயுப் பொருள்களை ஒப்பிடும் போது திடப்பொருளில் குறைவு. இதற்குக் காரணம் திடப்பொருளின் கடினத்தன்மையே ஆகும்.

திடப்பொருளில் ஏற்படும் வெப்பவிரிவின் வகைகள்

1. நீள் வெப்பவிரிவு
2. பரப்பு வெப்பவிரிவு
3. பரும வெப்பவிரிவு

#### நீள் வெப்பவிரிவு:

- ஒரு திடப்பொருளை வெப்பப்படுத்துதலின் விளைவாக, அப்பொருளின் நீளம் அதிகரிப்பதால் ஏற்படும் விரிவு நீள் வெப்பவிரிவு எனப்படும்.
- ஓரலகு வெப்பநிலை உயர்வால் பொருளின் நீளத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கும் ஓரலகு நீளத்திற்கும் உள்ளதகவு நீள் வெப்பவிரிவு குணகம் என அழைக்கப்படும். இதன் SI அலகுகெல்வின்<sup>-1</sup> நீள் வெப்பவிரிவு குணகத்தின் மதிப்பு பொருளுக்கு பொருள் மாறுபடும்.
- நீளமாறுபாட்டுக்கும், வெப்பநிலை மாறுபாட்டுக்கும் உள்ள தொடர்பினை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha_L \Delta T$$

$\Delta L$  - நீளத்தில் ஏற்படும் மாற்றம்

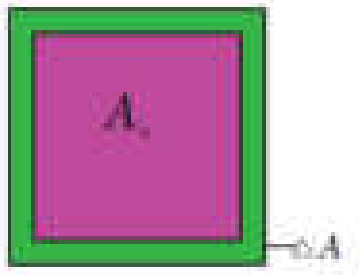
$L_0$  - உண்மையான நீளம்

$\Delta T$  - வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றம்

$\alpha_L$  - நீள் வெப்பவிரிவு குணகம்

#### பரப்பு வெப்பவிரிவு:

- ஒரு திடப்பொருளை வெப்பப்படுத்துதலின் விளைவாக, அப்பொருளின் பரப்பு அதிகரிப்பதால் ஏற்படும் விரிவு பரப்பு வெப்பவிரிவு எனப்படும். பரப்பு வெப்பவிரிவினை பரப்பு வெப்பவிரிவு குணகத்தின் மூலம் கணக்கிடலாம்.
- ஓரலகு வெப்பநிலை உயர்வால் பொருளின் பரப்பில் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கும் ஓரலகு பரப்பிற்கும் உள்ளதகவு பரப்பு வெப்பவிரிவு குணகம் என அழைக்கப்படும். இதன் மதிப்பு பொருளுக்கு பொருள் மாறுபடும். இதன் SI அலகுகெல்வின்<sup>-1</sup>
- பரப்பு மாற்றத்திற்கும் வெப்பநிலை மாற்றத்திற்கும் உள்ள தொடர்பினை பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் அறியலாம்.



$$\frac{\Delta A}{A_0} = \alpha_A \Delta T$$

$\Delta A$  - பரப்பில் ஏற்படும் மாற்றம்  
 $A_0$  - உண்மையானபரப்பு  
 $\Delta T$  - வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றம்  
 $\alpha_A$  - பரப்பு வெப்பவிரிவுகூணகம்

#### பருமவெப்பவிரிவு:

- ஒருதிடப் பொருளை வெப்பப்படுத்துதலின் விளைவாக அப்பொருளின் பருமன் அதிகரிப்பதால் ஏற்படும் விரிவுபருமவெப்பவிரிவு என்ன என்பதும். நீள் வெப்பவிரிவு மற்றும் பரப்பு வெப்பவிரிவினைப் போல், பருமவெப்பவிரிவினை பருமவெப்பவிரிவுகூணகத்தின் மூலம் கணக்கிடலாம்.
- ஓரலக வெப்பநிலை உயர்வால் பொருளின் பருமனில் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கும் ஓரலக பருமனுக்கு உள்ளதாகவுபருமவெப்பவிரிவுகூணகம் என அழைக்கப்படும். இதன் SI அலகுகெல்வின்<sup>-1</sup>
- பரும மாற்றத்திற்கும் வெப்பநிலை மாற்றத்திற்கும் உள்ள தொடர்பினை பின்வரும் சமன்பாடு மூலம் அறியலாம்.

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \alpha_v \Delta T$$

$\Delta T$  = பருமனில் ஏற்படும் மாற்றம்  
 $V_0$  = உண்மையான பருமன்  
 $\Delta T$  = வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றம்  
 $\alpha_v$  = பருமவிரிவுகூணகம்

- பொருளுக்குப் பொருள் பருமவெப்பவிரிவுகூணகத்தின் மதிப்பு மாறுபடும். சில பொருள்களின் பருமவெப்பவிரிவுகூணகத்தின் மதிப்புகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

சில பொருள்களின் பருமவெப்பவிரிவுகூணகத்தின் மதிப்பு

வ.எண்	பொருளின் பெயர்	பருமவெப்பவிரிவுகூணகத்தின் மதிப்பு (K <sup>-1</sup> )
1.	அலுமினியம்	$7 \times 10^{-5}$
2.	பித்தளை	$6 \times 10^{-5}$
3.	கண்ணாடி	$2.5 \times 10^{-5}$
4.	நீர்	$20.7 \times 10^{-5}$
5.	பாதரசம்	$18.2 \times 10^{-5}$

#### திரவம் மற்றும் வாயுவில் வெப்பவிரிவு:

- திரவ அல்லது வாயுப் பொருள்களை வெப்பப்படுத்தும் போது அவற்றிலுள்ள அணுக்கள் ஆற்றலினைப் பெற்று விலக்கு விசைக்கு உட்படுகிறது. பொருள் விரிவடைவதன் அளவு பொருளுக்கு பொருள் வேறுபடும். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்ப ஆற்றல் அளிக்கப்படும் போது வாயுவில் ஏற்படும் வெப்பவிரிவு திடமற்றும் திரவப் பொருள்களை விட அதிகமாகவும், திடப் பொருளை ஒப்பிடும் போது திரவப் பொருள்களில் அதிகமாகவும் இருக்கும். பருமவெப்பவிரிவுகூணகத்தின் மதிப்பு திரவத்தில் வெப்பநிலையைச் சார்ந்ததல்ல. ஆனால் வாயுவில், இதன் மதிப்பு வெப்பநிலையைச் சார்ந்து அமையும்.
- ஒரு கொள்கலனில் உள்ள திரவத்தினை வெப்பப்படுத்தும் போது கொள்கலனின் வழியாக வெப்ப ஆற்றலானது திரவத்திற்கு அளிக்கப்படுகிறது. எனவே வெப்ப ஆற்றலின் ஒரு பகுதி கொள்கலன் விரிவடைவதற்கும், மீதமுள்ள ஆற்றல் திரவத்தினை விரிவடையச் செய்வதற்கும் பயன்படுகிறது. இதிலிருந்து திரவத்தில் ஏற்படும் உண்மையான விரிவை நேரடியாக கணக்கிட இயலாது.

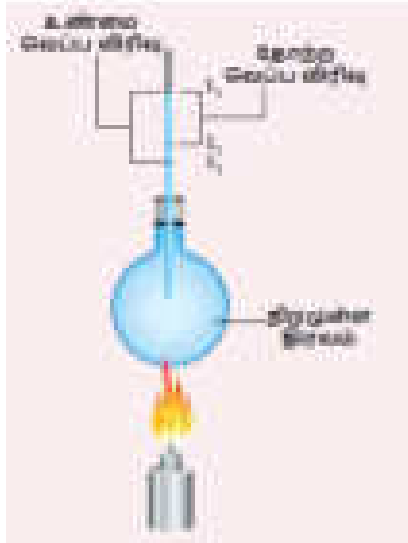
எனவே திரவத்தில் ஏற்படும் வெப்பவிரிவினை உண்மை வெப்பவிரிவுமற்றும் தோற்ற வெப்பவிரிவு என இருவழிகளில் வரையறுக்கலாம்.

### உண்மை வெப்பவிரிவு:

- எந்த ஒரு கொள்கலனும் இல்லாமல் நேரடியாக திரவத்தினை வெப்பப்படுத்தும் போது ஏற்படும் வெப்பவிரிவு உண்மை வெப்பவிரிவு எனப்படும்.
- ஓரலகு வெப்பநிலை உயர்வால் திரவத்தில் அதிகரிக்கும் உண்மை பருமனுக்கும் அத்திரவத்தின் ஓரலகு பருமனுக்கும் உள்ளதகவு உண்மை வெப்பவிரிவு குணகம் என அழைக்கப்படும். இதன் அலகு

### தோற்ற வெப்பவிரிவு:

- கொள்கலன் இல்லாமல் திரவத்தினை நேரடியாக வெப்பப்படுத்த முடியாது. இதனால் நடைமுறையில் கொள்கலனில் வைத்தே திரவத்தினை வெப்பப்படுத்த வேண்டும். அளிக்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றலின் ஒரு பகுதி கொள்கலனை விரிவடைய செய்வதற்கும் மீதமுள்ள ஆற்றல் திரவத்தினை விரிவடையச் செய்வதற்கும் பயன்படுகிறது. எனவே, இந்நிகழ்வில் நீங்கள் காண்பது திரவத்தின் உண்மையான வெப்பவிரிவு அல்ல. கொள்கலனின் விரிவினை பொருட்படுத்தாமல் திரவத்தின் தோற்றவிரிவினை மட்டும் கணக்கில் கொள்வதே திரவத்தின் தோற்ற வெப்பவிரிவு என அழைக்கப்படும்.
- ஓரலகு வெப்பநிலை உயர்வால் திரவத்தில் அதிகரிக்கும் தோற்ற பருமனுக்கும் அத்திரவத்தின் ஓரலகு பருமனுக்கும் உள்ளதகவு உண்மை தோற்றவிரிவு குணகம் என அழைக்கப்படும். இதன் SI அலகு கெல்வின்<sup>-1</sup> ஆகும்.
- உண்மை வெப்பவிரிவுமற்றும் தோற்ற வெப்பவிரிவினை கணக்கிடுவதற்கான சோதனை:



- உண்மை வெப்பவிரிவுமற்றும் தோற்ற வெப்பவிரிவுகளைக் கிடைக்கவேண்டிய திரவத்தினை கொள்கலனில் நிரப்பி சோதனையை தொடங்கலாம். இப்பொழுது கொள்கலனில் உள்ள திரவத்தின் நிலையை  $L_1$  என குறித்துக் கொள்ளலாம். பிறக கொள்கலன் மற்றும் திரவத்தினை காட்டியுள்ள வாறு வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. தொடக்கத்தில் கொள்கலனாது வெப்ப ஆற்றலைப் பெற்று விரிவடையும். அப்போது திரவத்தின் பருமன் குறைவதாகத் தோன்றும். இப்பொழுது இந்த நிலையை  $L_2$  எனக் குறித்துக் கொள்ளலாம். மேலும் வெப்பப்படுத்தும் போது திரவமானது விரிவடிகிறது. தற்போது திரவத்தின் நிலையை  $L_3$  எனக் குறித்துக் கொள்ளலாம். நிலை  $L_1$  மற்றும்  $L_3$  க்கு இடையேயான வேறுபாடு தோற்ற வெப்பவிரிவு எனவும், நிலை  $L_2$  மற்றும்  $L_3$  இடையேயான வேறுபாடு உண்மை வெப்பவிரிவு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. எப்போதும் உண்மை வெப்பவிரிவு தோற்ற வெப்பவிரிவை விட அதிகமாக இருக்கும்.

$$\text{உண்மை வெப்பவிரிவு} = L_3 - L_2$$

$$\text{தோற்ற வெப்பவிரிவு} = L_3 - L_1$$

### வாயுக்களின் அடிப்படைவிதி:

- வாயுக்களின் அழுத்தம், கனஅளவு மற்றும் வெப்பநிலை ஆகியவற்றை தொடர்புபடுத்தும் மூன்று அடிப்படை விதிகள் கீழ்க்கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அவை
  - பாயில் விதி
  - சார்லஸ் விதி
  - அவகேட்ரோவிதி

### பாயில் விதி :

- மாறா வெப்பநிலையில், ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுடைய வாயுவின் அழுத்தம் அவ்வாயுவின் பருமனுக்கு எதிர்த்தகவில் அமையும்  

$$P \propto 1/V$$
- மாறா வெப்பநிலையில், மாறா நிறையுடைய நல்லியல்பு வாயுவின் அழுத்தம் மற்றும் பருமன் ஆகியவற்றின் பெருக்குத்தொகை மாறிலி எனவும் வரையறுக்கலாம்.  
 அதாவது  $PV = \text{மாறிலி}$

### சார்லஸ் விதி (பருமவிதி)

- பிரெஞ்சு அறிவியல் அறிஞர் ஜேக்கஸ் சார்லஸ் என்பவர் இவ்விதியினை நிறுவினார். இவ்விதியின் படி, மாறா அழுத்தத்தில் வாயுவின் பருமன் அவ்வாயுவின் வெப்பநிலைக்கு நேர்த்தகவில் அமையும்.  
 அதாவது  $V \propto T$   
 அல்லது  $\frac{V}{T} = \text{மாறிலி}$

### அவகேட்ரோவிதி:

- அவகேட்ரோவிதியின் படி, மாறா வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் வாயுவின் பருமன் அவ்வாயுவில் உள்ள அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கைக்கு நேர்த்தகவில் இருக்கும்.

### அதாவது $V \propto n$

$$(\text{அல்லது}) \frac{V}{n} = \text{மாறிலி}$$

- ஒரு மோல் பொருளில் உள்ள மொத்த அணுக்களின் எண்ணிக்கை அவகேட்ரோ எண் என வரையறுக்கப்படும். இதன் மதிப்பு  $6.023 \times 10^{23}$  / மோல்.

### வாயுக்கள்

- வாயுக்களை இயல்பு வாயுக்கள் மற்றும் நல்லியல்பு வாயுக்கள் என்று இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

### இயல்பு வாயுக்கள்:

- குறிப்பிட்ட கவர்ச்சி விசையினால், ஒன்றோடொன்று இடைவினை புரிந்து கொண்டிருக்கும் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகள் அடங்கிய வாயுக்கள் இயல்பு வாயுக்கள் என அழைக்கப்படும். மிக அதிகளவு வெப்பம் அல்லது மிகக் குறைந்த அளவு அழுத்தத்தை உடைய இயல்பு வாயுக்கள் நல்லியல்பு வாயுக்களாக செயல்படும். ஏனெனில் இந்நிலையில் அணுக்கள் (அ) மூலக்கூறுகளுக்கிடையே எவ்வித கவர்ச்சி விசையும் செயல்படுவது இல்லை.

### நல்லியல்பு வாயுக்கள்:

- ஒன்றோடொன்று இடைவினை புரியாமல் இருக்கும் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளை உள்ளடக்கிய வாயுக்கள் நல்லியல்பு வாயுக்கள் என அழைக்கப்படும்.
- ஆனால் நடைமுறையில் எந்தவாயுக்களும் நல்லியல்பு தன்மை வாய்ந்தது அல்ல. எல்லாவாயுவின் மூலக்கூறுகளும் அவைகளுக்கிடையே குறிப்பிடத்தக்க அளவுக்கு இடைவினை புரிகின்றன. ஆனால்

இந்த இடைவினைகள் குறவான அழுத்தம் மற்றும் உயர் வெப்பநிலையில் வலுகுறைந்து காணப்படுகின்றன. ஏனெனில் நல்லியல்புவாயுக்களில் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சிவிசையின் வலிமை குறைவு. எனவே இயல்புவாயுவை குறைவான அழுத்தம் மற்றும் உயர் வெப்பநிலையில் நல்லியல்புவாயு எனக் குறிப்பிடலாம்.

- நல்லியல்புவாயுக்கள் பாயில் விதி, சார்லஸ் விதி மற்றும் அவகேட்ரோவிதிகளுக்கு உட்படுகின்றன. இந்த விதிகள் யாவும் வாயுவின் அழுத்தம், பருமன், வெப்பநிலை மற்றும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பை தருகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் உள்ள நல்லியல்புவாயுவில் மேற்கண்ட அனைத்து காரணிகளும் ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பைக் கொண்டிருக்கும். அதன் நிலையில் மாற்றம் ஏற்படும் போது ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட காரணிகளின் மதிப்புகளிலும் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இந்த மாற்றத்தை மேற்காணும் மூன்று விதிகளும் தொடர்புபடுத்துகின்றன.

### நல்லியல்புவாயுச் சமன்பாடு

- நல்லியல்புவாயுக்களின் பண்புகளை (அழுத்தம், பருமன், வெப்பநிலை மற்றும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை) தொடர்புபடுத்தும் சமன்பாடு அவ்வாயுக்களின் நல்லியல்பு சமன்பாடு ஆகும். ஒரு நல்லியல்புவாயுவானது பாயில் விதி, சார்லஸ் விதி மற்றும் அவகேட்ரோவிதிகளுக்கு உட்படும்.

பாயில் விதிப்படி

$$PV = \text{மாறிலி}$$

சார்லஸ் விதிப்படி,

$$V/T = \text{மாறிலி}$$

அவகேட்ரோவிதிப்படி

$$V/n = \text{மாறிலி}$$

சமன்பாடு மற்றும் சமன்பாடுகளிலிருந்து

$$PV/nT = \text{மாறிலி}$$

- மேற்கண்ட இந்த சமன்பாடுவாயு இணை சமன்பாடு என அழைக்கப்படும்.  $\mu$ மோல் அளவுள்ள வாயுவினைக் கொண்டிருக்கும் வாயுக்களில் உள்ள மொத்த அணுக்களின் எண்ணிக்கை அவகேட்ரோ எண்ணின் ( $N_A$ )  $\mu$ மடங்கிற்கு சமமாகும். இந்த மதிப்பானது சமன்பாடு பிரதியிட,

$$\text{அதாவது } n = \mu N_A$$

சமன்பாடு பிரதியிட,

$$PV / \mu N_A T = \text{மாறிலி}$$

இந்த மாறிலி போல்ட்ஸ்மேன் மாறிலி ( $k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{JK}^{-1}$ ) என அழைக்கப்படுகிறது.

$$PV / \mu N_A T = k_B$$

$$PV = \mu N_A k_B T$$

இங்கு,  $\mu N_A k_B = R$ , இது பொதுவாயு மாறிலி என அழைக்கப்படும். இதன் மதிப்பு  $8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$

$$P_V = RT$$

**11<sup>TH</sup>இயற்பியல்**  
**தொகுதி- 2**  
**அலகு- 8**

**வெப்பமும் வெப்ப இயக்கவியலும் (Heat and Thermodynamics)**

வெப்பநிலையை ஒரு அளவிடும் முறையிலிருந்து மற்றொரு அளவிடும் முறைக்கு மாற்றுவதற்கான வழிமுறை

அளவிடும் முறை	கெல்வின் முறைக்கு	கெல்வின் முறையிலிருந்து மற்ற முறைக்கு
செல்சியஸ்	$K = ^\circ C + 273.15$	$^\circ C = K - 273.15$
பாரன்ஹீட்	$K = (^\circ F + 459.67) \div 1.8$	$^\circ F = (K \cdot 1.8) - 459.67$
அளவிடும் முறை	பாரன்ஹீட் முறைக்கு	பாரன்ஹீட் முறையிலிருந்து மற்ற முறைக்கு
செல்சியஸ்	$^\circ F = (1.8 \times ^\circ C) + 32$	$^\circ C = (^\circ F - 32) \div 1.8$
அளவிடும் முறை	செல்சியஸ் முறைக்கு	கெல்வின் முறையிலிருந்து மற்ற முறைக்கு
பாரன்ஹீட்	$^\circ C = (^\circ F - 32) \div 1.8$	$^\circ F = (1.8 \times ^\circ C) + 32$

சில பொதுவான பொருள்களின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $20^\circ C$  வெப்பநிலை மற்றும்  $1 \text{ atm}$  அழுத்தத்தில்)

பொருள்	தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ )
காற்று	1005
ஈயம்	130
தாமிரம்	390
இரும்பு (எ.கூ)	450
கண்ணாடி	840
அலுமினியம்	900
மனித உடல்	3470
நீர்	4186

வெப்ப ஏற்புத்திறன் அல்லது தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் என்பது பொருள்களில் பொதிந்துள்ள வெப்பத்தின் அளவைக் குறிப்பவை அல்ல. ஏனெனில் வெப்பம் என்பது உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலை உள்ள பொருளுக்கு பாயும் ஒரு பரிமாற்ற ஆற்றலாகும். எனவே வெப்ப ஏற்புத்திறன் என்பதை விட அக ஆற்றல் ஏற்புத்திறன் என்பதே சரியான பதமாகும் ஆனால் நெடுங்காலமாக இவ்வார்த்தைகள் வழக்கத்தில் உள்ளதால் அவற்றை அப்படியே நாம் பயன்படுத்துகிறோம்.

**நீரின் முரண்பட்ட விரிவு (Anomalous Expansion of Water):**

சாதாரண வெப்பநிலைகளில் திரவங்களை வெப்பப்படுத்தும் போது விரிவடையும் மற்றும் குளிர்விக்கும் போது சுருங்கும். ஆனால் நீர் இதற்கு முரணான ஒரு பண்பைப் பெற்றுள்ளது.  $0^\circ C$  முதல்  $4^\circ C$  வரை வெப்பப்படுத்தும் போது தண்ணீர் சுருங்குகிறது. தண்ணீரை அறை வெப்பநிலையிலிருந்து குளிர்விக்கும் போது  $4^\circ C$  வெப்பநிலையை அடையும் வரை அதன் பருமன் குறையும்.  $4^\circ C$  வெப்பநிலைக்குக் கீழே அதனைக் குளிர்விக்கும் போது அதன் பருமன் அதிகரிக்கும். மேலும் அதன் அடர்த்தி குறையும். அதாவது வெப்பநிலையில் நீர் பெரும அடர்த்தியைப் பெறும். நீரின் இந்தத் தன்மையே நீரின் முரண்பட்ட விரிவு என அழைக்கப்படுகிறது.

குளிர் நாடுகளில், குளிர்காலத்தின் போது ஏரிகளின் மேற்பரப்பு வெப்பநிலை அதன் அடிப்புற வெப்பநிலையை விட குறைந்து காணப்படும் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில் திடநீரின் (பனிக்கட்டி)



அடர்த்திசாதாரணநீரின் அடர்த்தியைவிடக் குறைவு, 4°C வெப்பநிலைக்கும் கீழே உறைந்தநீர் (பனிக்கட்டி) சாதாரணநீரின் மேலேமிதந்துஏரிகளின் மேற்பரப்பிற்குவரும். இதற்குக்காரணம் நீரின் முரண்பட்டவிரிவாகும். ஏரிகள் மற்றும் குளங்களின் மேற்பரப்பு உறைந்துபனிக்கட்டிகளால் மூடப்பட்டிருப்பினும், அடியில் உள்ளநீர் உறையாமல் இருந்துநீர்வாழ் உயிரினங்களைக் காக்கும்.

### நிலைமாற்றம்:

பொதுவாக அனைத்துப் பொருள்களும் திட, திரவமற்றும் வாயுஎன்ற மூன்றுநிலைகளில் காணப்படும். வெப்பப்படுத்தும் போது அல்லது குளிர்விக்கும் போது பொருள்கள் ஒருநிலையிலிருந்து மற்றொருநிலைக்கு மாற்றமடையும்.

### எடுத்துக்காட்டு:

1. உருகுதல் (திடநிலையிலிருந்து திரவநிலைக்கு)
2. ஆவியாதல் (திரவநிலையிலிருந்து வாயுநிலைக்கு)
3. பதங்கமாதல் (திடநிலையிலிருந்து நேரடியாக வாயுநிலைக்கு)
4. உறைதல் (திரவநிலையிலிருந்து திடநிலைக்கு)
5. சுருங்குதல் (வாயுநிலையிலிருந்து திரவநிலைக்கு)

### உள்ளுறை வெப்ப ஏற்புத்திறன் (Latent Heat Capacity):

பாத்திரம் ஒன்றிலுள்ள நீரினை வெப்பப்படுத்தும் போது அதன் கொதிநிலையான 100°C வெப்பநிலையை அடையும் வரை, அதன் வெப்பநிலை உயரும். அதன்பின்பு மொத்த நீரும் ஆவியாகும் வரை அதன் வெப்பநிலை மாறாமல் நிலையாக இருக்கும். இந்த நிகழ்வின் போது வெப்பம் தொடர்ச்சியாக நீருக்கு பாய்கிறது. இருப்பினும் அதன் வெப்பநிலை, கொதிநிலையைவிட அதிகரிக்காமல் அதே நிலையில் நீடிக்கிறது இதுவே உள்ளுறை வெப்ப ஏற்புத்திறனின் இயல்பாகும்.

ஓரலகு நிறையுடைய பொருளின் நிலையை மாற்றுவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பத்தின் ஆற்றலின் அளவே, பொருளின் உள்ளுறை வெப்ப ஏற்புத்திறன் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$Q = m \times L$$

எனவே,  $L = \frac{Q}{m}$

இங்கு, L = பொருளின் உள்ளுறை வெப்ப ஏற்புத்திறன்

Q = வெப்பத்தின் அளவு

m = பொருளின் நிறை

உள்ளுறை வெப்ப ஏற்புத்திறனின் ஈன அலகு

J kg<sup>-1</sup> ஆகும்

நிலைமாற்றத்தின் போது வெப்பத்தைக் கொடுக்கவோ அல்லது நீக்கவோ நேர்ந்தாலும், அதன் வெப்பநிலை மாறாமல் தொடர்ந்து அதே நிலையில் நீடிக்கும்.

- திட-திரவநிலைமாற்றத்திற்கான உள்ளுறை வெப்பம், உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் (Latest heat of fusion (L<sub>1</sub>) என அழைக்கப்படும்.
- திரவ-வாயுநிலைமாற்றத்திற்கான உள்ளுறை வெப்பம், ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம் (Latest heat of vaporisation) (L<sub>v</sub>)
- திட-வாயுநிலைமாற்றத்திற்கான உள்ளுறை வெப்பம், பதங்கமாதலின் உள்ளுறை வெப்பம் (Latest heat of sublimation) (L<sub>s</sub>)

### முப்புள்ளி (Triple point):

கொடுக்கப்பட்ட பொருளொன்றின் மூன்றுநிலைகளும் (திட, திரவமற்றும் வாயு) வெப்ப இயக்கச் சமநிலையில் உள்ளபோது, அப்பொருளின் வெப்பநிலைமற்றும் அழுத்தமே பொருளின் முப்புள்ளி என அழைக்கப்படுகிறது.

நீரின் முப்புள்ளி 273.1 K மற்றும் பகுதி ஆவி அழுத்தம் (Partial vapour pressure) 611.657 பாஸ்கலாகும்.

வாயுக்கள் அல்லது திரவங்களை ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்கும் போது அக்கலவையின் இறுதிச் சமநிலை வெப்பநிலை அப்பொருள்களின் நிறைகள், தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன்கள் மற்றும் வெப்பநிலைகளைச் சார்ந்திருக்கும் என்பதை இங்கு நினைவில் கொள்ளவேண்டும். மேலும் சமஅளவுள்ள ஒரே பொருள்களை ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்கும் போது மட்டுமே இறுதி வெப்பநிலையானது தனித்தனி வெப்பநிலைகளின் சராசரி மதிப்பிற்கு சமமாகும்.

### வெப்பமாற்றம்: (Heat Transfer):

நாம் அறிந்தபடி வெப்பம் என்பது ஒருவகை பரிமாற்ற ஆற்றலாகும். அவ்வாற்றல் வெப்பநிலை வேறுபாட்டின் காரணமாக ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு மாற்றப்படும். வெப்பமாற்றம் மூன்று வழிகளில் நடைபெறும் அவை வெப்பக்கடத்தல், வெப்பச் சலனம் மற்றும் வெப்பக்கதிர்வீச்சு ஆகும்.

வெப்பநிலை வேறுபாட்டின் காரணமாக பொருள்களுக்கிடையே நேரடியாக வெப்பமாற்றம் ஏற்படும் நிகழ்ச்சிக்கு வெப்பக்கடத்தல் என்று பெயர். இரண்டு பொருள்களை ஒன்றுடன் ஒன்று தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் போது, உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்து, குறைந்த வெப்பநிலை உள்ள பொருளுக்கு வெப்பம் மாற்றப்படுகிறது. வெப்பத்தை எளிதாகத் தன் வழியே கடந்து போக அனுமதிக்கும் பொருள்களுக்கு வெப்பக்கடத்திகள் என்று பெயர்.

### வெப்பக் கடத்துத்திறன் (Thermal Conductivity):

வெப்பத்தைக் கடத்தும் திறனுக்கு வெப்பக்கடத்துத்திறன் என்று பெயர்.

மாறாநிலைநிலைநிலையில் ஓரலகு வெப்பநிலை வேறுபாட்டில், ஓரலகு தடிமன் கொண்ட பொருளின் வழியே ஓரலகு பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக உள்ள திசையில் கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவே, பொருளின் வெப்பக்கடத்துத்திறன் என அழைக்கப்படுகிறது.

மாறாநிலையில், வெப்பக்கடத்துவீதம்  $Q$ , வெப்பநிலை வேறுபாடு  $\Delta T$  மற்றும் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பை  $A$  ஆகியவற்றுக்கு நேர்த்தகவிலும், கடத்தியின் நீளத்திற்கு ( $L$ ) எதிர்த்தகவிலும் இருக்கும். வெப்பம் கடத்தும் வீதத்தை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta T}{L}$$

இங்கு  $K$  என்பது வெப்பக்கடத்தல் எண் ஆகும்.

(இதனை கெல்வின் வெப்ப நிலை  $K$  எனத் தவறாகப் புரிந்து கொள்ளக்கூடாது)

வெப்பக்கடத்துத்திறனின் SI அலகு  $\text{Js}^{-1} \text{m}^{-1} \text{K}^{-1}$  அல்லது  $\text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$

### மாறாநிலை (Steady state):

எந்தநிலையில், அனைத்து இடங்களிலும் வெப்பநிலை ஒரு மாறா மதிப்பினை அடைகிறதோ மற்றும் எந்த இடத்திலிருந்தும் எவ்விதமான வெப்பமும் பரிமாற்றப்படாமல் உள்ளதோ அந்நிலையே மாறாநிலை என அழைக்கப்படுகிறது.

பொதுவாக பொருள்களின் வெப்பக்கடத்துத்திறன் ( $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ ) இல் 1 atm

பொருள்	வெப்பக்கடத்துத்திறன்	பொருள்	வெப்பக்கடத்துத்திறன்
வைரம்	2300		0.2
வெள்ளி	420	மரக்கட்டை	0.17
தாமிரம்	380	ஹீலியம்	0.152
அலுமினியம்	200	மென்மையான இரப்பர்	0.042
எ.கு	40	தண்ணீர்	0.56

பனிக்கட்டி	2	காற்று	0.023
கண்ணாடி	0.84		
செங்கல்	0.84		

வெப்பக்கடத்துத்திறன் பொருளின் தன்மையைச் சார்ந்தது. எடுத்துக்காட்டாக வெள்ளி மற்றும் அலுமினியம் உயர்ந்த வெப்பக் கடத்துத்திறனைப் பெற்றுள்ளதால் அவைசமையல் பாத்திரங்கள் செய்யப்பயன்படுகின்றன.

### வெப்பச் சலனம் (Convection):

திரவங்கள் மற்றும் வாயுக்கள் போன்றபாய்மங்களில் உள்ள மூலக்கூறுகள் உண்மையானதாக வினால் வெப்ப ஆற்றல் மாற்றப்படும் நிகழ்வு வெப்பச் சலனம் என அழைக்கப்படுகிறது. இந்த வெப்பச் சலனத்தில் மூலக்கூறுகள் எவ்விதக் கட்டுப்பாடின்றி ஒரு இடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு நகர்கின்றன. இந்நிகழ்வு இயற்கையாகவோ அல்லது புறவிசைகாரணமாகவோ ஏற்படலாம்.

சமையல் பாத்திரத்தில் கொதிக்கும் தண்ணீர் வெப்பச் சலனத்திற்கு ஒரு சிறந்த உதாரணமாகும். பாத்திரத்தின் அடியில் உள்ள தண்ணீர் அதிக வெப்பத்தைப் பெற்று அதன் காரணமாக விரிவடைந்து அடர்த்திகுறையும். இந்த குறைந்த அடர்த்தியின் காரணமாக மூலக்கூறுகள் மேற்பரப்பை நோக்கிச் செல்லும். அதே நேரத்தில் மேற்பரப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகள் குறைந்த வெப்ப ஆற்றலைப் பெறுவதால் அவற்றின் அடர்த்தி அதிகமாக இருக்கும். எனவே அவை பாத்திரத்தின் அடிப்பக்கத்திற்கு வரும். இந்நிகழ்வு தொடர்ந்து நடைபெறும். இவ்வாறு மூலக்கூறுகள் மேலும் கீழும் நகர்வதை வெப்பச் சலன ஓட்டம் (Convection current) என்று அழைக்கின்றோம். அறை ஒன்றினை வெதுவெதுப்பாக வைக்க நாம் அறைச் சூடேற்றியைப் பயன்படுத்துகிறோம். சூடேற்றிக்கு அருகே உள்ள காற்று மூலக்கூறுகள் வெப்பமடைந்து விரிவடையும் அதனால் அவற்றின் அடர்த்திகுறைந்து அறையின் மேற்பகுதிக்குச் செல்லும். அதே நேரத்தில் அடர்த்தி அதிகமுள்ள குளிர்ந்த காற்று அடிப்பகுதிக்கு வரும். இவ்வாறு ஏற்படும் காற்று மூலக்கூறுகளின் தொடர் சுழற்சியே, வெப்பச் சலன ஓட்டம் என அழைக்கப்படுகிறது.

### வெப்பக்கதிர் வீச்சு:

சூடாக உள்ள சமைக்கும் அடுப்பு ஒன்றின் அருகே நமது கைகளை நீட்டினால் வெப்பத்தை உணரலாம். இங்கு சூடாக உள்ள அப்பொருளைத் தொடாமலேயே நாம் வெப்பத்தை உணர்கிறோம். ஏனெனில் இங்கு சூடாக உள்ள சமைக்கும் அடுப்பிலிருந்து வெப்பமானது வெப்பக்கதிர் வீச்சு மூலம் நமது கைகளுக்கு வருகிறது. சூரியனிலிருந்தும் வெப்ப ஆற்றலை நாம் இதே முறையில்தான் பெறுகிறோம். இக்கதிர் வீச்சு வெற்றிடத்தின் வழியே பயணித்து புவியை அடைகிறது. எந்தவிதமான ஊடகத்தின் உதவியும் இன்றி ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு ஆற்றலை மாற்றுவது கதிர் வீச்சின் ஒரு சிறப்புப் பண்பாகும். ஆனால் வெப்பக்கடத்தல் மற்றும் வெப்பச் சலனம் இவ்விரண்டிலும் வெப்ப ஆற்றலை மாற்றும் செய்வதற்கு ஊடகம் அவசியம் என்பதை கவனிக்கவும்.

### வெப்பக்கதிர் வீச்சு என்பது

ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு மின்காந்த அலைகளினால் வெப்பம் பரவும் நிகழ்வு ஆகும்.

1. சூரியனிலிருந்து வரும் சூரியக் கதிர் வீச்சு ஆற்றல்
2. அறை சூடேற்றியிலிருந்து வரும் வெப்பக்கதிர் வீச்சு

பகல் நேரங்களில், சூரியக்கதிர்கள் கடல் நீரை விட வேகமாக நிலத்தை சூடேற்றும் இதற்குக் காரணம் நிலத்தின் குறைவான தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் ஆகும். இதன் விளைவாக நிலப்பரப்பில் உள்ள காற்று விரிவடைந்து அதன் அடர்த்திகுறைந்து மேலே சென்றுவிடும். அதே நேரத்தில் கடற்பரப்பிலுள்ள குளிர்ந்த காற்று நிலத்தை நோக்கி வீசும் இதனையே கடல் காற்று (எநய டிசநநா) என்று அழைக்கின்றோம். இரவு நேரங்களில் கடற்பரப்பை விட நிலப்பரப்பு வேகமாக குளிர்ச்சி அடையும் (நிரப்பரப்பின் குறைந்த தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன்) இதன் விளைவாக கடற்பரப்பிலுள்ள காற்று விரிவடைந்து அதன் அடர்த்திகுறைந்து மேலே சென்றுவிடும். அதே நேரத்தில் நிலப்பரப்பிலுள்ள அடர்த்தி அதிகமான குளிர்ந்த காற்று கடலை நோக்கி வீசும் இதனையே நிலக்காற்று (land breeze) என்று அழைக்கின்றோம்.

பொதுவாக வெப்பநிலை பருப் பொருள்களுடன் மட்டுமே (திட, திரவ மற்றும் வாயு) தொடர்புடையது என்ற பொதுக்கருத்து உள்ளது. ஆனால் வெப்பக்கதிர் வீச்சும் ஒரு வெப்ப

இயக்கவியல் அமைப்பாகும். இதற்குநன்குவரையறுக்கப்பட்ட வெப்பநிலையும், அழுத்தமும் உண்டு. சூரியனிலிருந்து வரும் கட்டிலனாகும் கதிர்வீச்சின் வெப்பநிலை 5700 K. இதனைபுகிவிட்டத்தட்ட 300K வெப்பநிலையுள்ள அகச்சிவப்பு கதிர்வீச்சால் வெளிக்கு (Space) மீண்டும் உமிழ்கிறது.

**நியூட்டனின் குளிர்வு விதி:**

நியூட்டனின் குளிர்வு விதியின்படி பொருளொன்றின் வெப்ப இழப்பு வீதம், அப்பொருளுக்கும் சூழலுக்கும் உள்ள வெப்பநிலை வேறுபாட்டிற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

$$\frac{dQ}{dt} \propto -(T - T_s)$$

நேரத்தை பொருத்து வெப்பம் தொடர்ந்து குறைந்து கொண்டே செல்வதை எதிர்க்குறி காட்டுகிறது.

இங்கு,  $T$  = பொருளின் வெப்பநிலை

$T_s$  = சூழலின் வெப்பநிலை

காட்டப்பட்டுள்ள வரைபடத்திலிருந்து தொடக்கத்தில் குளிர்வு வீதம் அதிகமாகவும் பின்னர் வெப்பநிலை குறையக்குறைய குறைவாகவும் உள்ளதை தெளிவாக உணரலாம்.

$m$  நிறையும்,  $s$  தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனும் உள்ள பொருளொன்றைக் கருது. அதன் வெப்பநிலை  $T$  என்க. சூழலின் வெப்பநிலையை  $T_s$  என்க.  $dt$  என்ற சிறிய நேர இடைவெளியில் ஏற்பட்ட வெப்பநிலைக்குறைவு  $dT$  எனில் வெப்ப இழப்பின் அளவு

$$dQ = msdT$$

சமன்பாடு இருபுறமும்  $dt$  ஆல் வகுக்க

$$\int_0^{\infty} \frac{dT}{T - T_s} = - \int_0^t \frac{a}{ms} dt$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{msdT}{dt}$$

நியூட்டனின் குளிர்வு விதியிலிருந்து

$$\frac{dQ}{dt} \propto -(T - T_s)$$

$$\int_0^{\infty} \frac{dT}{T - T_s} = - \int_0^t \frac{a}{ms} dt$$

$$\frac{dQ}{dt} = -a(T - T_s)$$

இங்கு  $a$  என்பது நேர்க்குறி மாறிலி.

சமன்பாடுகள் மற்றும் இருந்து

$$-a(T - T_s) = ms \frac{dT}{dt}$$

$$\frac{dT}{T - T_s} = -\frac{a}{ms} dt$$

சமன்பாடு இன் இருபுறமும் தொகைப்படுத்துக.

$$\int_0^{\infty} \frac{dT}{T - T_s} = - \int_0^t \frac{a}{ms} dt$$

$$\ln(T - T_s) = -\frac{a}{ms} t + b_1$$

இங்கு  $b_1$  ஒரு மாறிலியாகும். இரண்டு பக்கமும் அடுக்குக் குறியீடு எடுத்தால் நமக்க கிடைப்பது

$$T = T_s + b_2 e^{-\frac{a}{ms} t}$$

இங்கு  $b_2 = e^{b_1} =$  ஒரு மாறிலி

எடுத்துக்காட்டு:

27°C வெப்பநிலை உள்ள அறை ஒன்றில் உள்ள சூடான நீர் 92°C விருந்து 84°C வெப்பநிலைக்கு குளிர் 3 நிமிடங்களை எடுத்துக்கொள்கிறது. அதே நீர் 65°C விருந்து 60°C வெப்பநிலைக்குக் குறைய எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தைக் கணக்கிடுக.

$$\frac{8^{\circ}\text{C}}{3\text{min}} \Big/ \frac{5^{\circ}\text{C}}{dt} = \frac{8^{\circ}\text{C}}{ms} \Big/ \frac{8^{\circ}\text{C}}{ms} (61^{\circ}\text{C})$$

$$\frac{8 \times dt}{3 \times 5} = \frac{61}{35.5}$$

$$dt = \frac{61 \times 15}{35.5 \times 8} = \frac{915}{284} = 3.22 \text{ நிமிடம்}$$

**வெப்ப மாற்றத்தின் விதிகள் (Laws of Heat Transfer):**

**வெப்பபரிமாற்றத்திற்கான பிரிவொஸ்ட் கொள்கை (Prevost theory of Heat Exchange):**

○ K வெப்பநிலையைத்தவிர அனைத்து வெப்பநிலைகளிலும் எல்லாப் பொருள்களும் வெப்பக்கதிர்வீச்சை உமிழ்கின்றன. இதேபோன்று சூழலில் இருந்து வெப்பக்கதிர்வீச்சை உட்கவர்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக நீங்கள் யாராவது ஒருவரைத் தொடும்போது அவர் உங்கள் விரல்கள் வெப்பமாக அல்லது குளிர்ச்சியாக உள்ளதை உணர்வார்.

உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளொன்று, சூழலிருந்து பெறும் வெப்பத்தை விட அதிக வெப்பத்தை சூழலுக்கு கதிர்வீச்சின் மூலம் கொடுக்கும். இதேபோன்று குறைந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள பொருளொன்று இழக்கும் வெப்பத்தைவிட அதிக வெப்பத்தை சூழலிருந்து பெற்றுக்கொள்ளும்.

பிரிவொஸ்ட் வெப்பச்சமநிலைக் கருத்தை கதிர்வீச்சுக்குப் பயன்படுத்தினார். அதன்படி அனைத்துப் பொருள்களும் வெப்பக்கதிர்வீச்சை வெளிப்படுத்துகின்றன. ஆனால் குளிர்ச்சியாக உள்ள பொருளைவிட, உயர் வெப்பநிலைப் பொருள்கள் அதிக வெப்பக்கதிர்வீச்சை வெளியிடும். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் இரண்டு பொருள்களின் வெப்பப்பரிமாற்று வீதமும் சமமாகும். இந்நிலையில் இவ்விரண்டு பொருள்களும் வெப்பச் சமநிலையில் உள்ளன எனக் கூறலாம்.

சுழிகெல்வின் வெப்பநிலையில் மட்டுமே பொருள்கள் வெப்ப உமிழ்வை நிறுத்துகின்றன. எனவே பிரிவொஸ்ட்டின் கொள்கையின்படி சூழலின் தன்மை எத்தகையதாக இருந்தாலும், அனைத்தும் பொருள்களும் சுழிகெல்வின் வெப்பநிலைக்கு மேல் உள்ள அனைத்து வெப்பநிலைகளிலும் வெப்பக்கதிர்வீச்சை உமிழும்.

**ஸ்டெஃபான் போல்ட்ஸ்மென் விதி (Stefan Boltzmann law):**

ஸ்டெஃபான் போல்ட்ஸ்மென் விதியின்படி, கருப்பொருளின் ஓரலகு பரப்பினால் ஓரலகு நேரத்தில்

முழுமையான கரும்பொருளாக இல்லாத பொருள்களுக்கு

$$E = e \sigma T^4$$

இங்கு “e” என்பது பரப்பின் உமிழ்திறன் ஆகும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை மற்றும் அலைநீளத்தில் பொருளின் பரப்பினால் கதிர்வீச்சப்படும் ஆற்றலுக்கு, அதே வெப்பநிலை மற்றும் அலைநீளத்தில் முழுக்கரும்பொருளினால் கதிர்வீச்சப்படும் ஆற்றலுக்கும் உள்ளதாகவே உமிழ்திறன் எனவரையறுக்கப்படுகிறது.

**வியனின் இடப்பெயர்ச்சி விதி (Wien's Displacement Law):**

உலகிலுள்ள அனைத்துப் பொருள்களும் கதிர்வீச்சை உமிழ்கின்றன. அக்கதிர்வீச்சுகளின் அலைநீளங்கள் பொருள்களின் கெல்வின் வெப்பநிலையைச் சார்ந்திருக்கும். உமிழப்படும் கதிர்வீச்சுகள்

வெவ்வேறு அலைநீளங்களைப் பெற்றிருக்கும். மேலும் அவ்வலைநீளங்களின் செறிவும் (intensity) வெவ்வேறானவை.

வியனின் விதிப்படி, ஒருகரும்பொருள் கதிர்வீச்சினால் உமிழப்படும் பெருமச்செறிவுகொண்ட அலைநீளம் ( $\lambda_m$ ) அக்கரும்பொருளின் கெல்வின் வெப்பநிலைக்கு (T) எதிர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

வியனின் விதிப்படி, ஒருகரும்பொருள் கதிர்வீச்சினால் உமிழப்படும் பெருமச்செறிவுகொண்ட அலைநீளம் ( $\lambda_m$ ) அக்கரும் பொருளின் கெல்வின் வெப்பநிலைக்கு (T) எதிர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

$$\lambda_m \propto \frac{1}{T} \text{ (or) } \lambda_m = \frac{b}{T}$$

இங்கு, b என்பது வியன் மாநிலி, இதன் மதிப்பு  $2.898 \times 10^{-3} \text{ mK}$

இதிலிருந்து நாம் அறிந்துகொள்வது என்னவென்றால் பொருளின் கெல்வின் வெப்பநிலை உயரும் போது பெருமச்செறிவு அலைநீளம் ( $\lambda_m$ ) மிக்காந்தநிறமாலையின் குறைந்த அலைநீளத்தை (பெரும அதிர்வெண்) நோக்கி இடப்பெயர்ச்சி அடையும்.

மேற்கண்ட வரைபடத்திலிருந்து பெருமச் செறிவு அலைநீளம்  $\lambda_m$  கெல்வின் வெப்பநிலைக்கு எதிர்விகிதத்தில் இருப்பதை அறியலாம். இவ்வளைகோட்டிற்கு கரும்பொருள் கதிர்வீச்சுவளைகோடு என்று பெயர்.

**வியன் விதியும் நமது பார்வையும்:**

நமது கண்களால் மின்காந்தநிறமாலையில் உள்ள கண்ணுருபகுதியை மட்டும் (400 nm முதல் 700 nm வரை) பார்க்க முடிவதன் காரணம் என்ன?

ஒரு பொருளும் கதிர்வீச்சை உமிழும். எனவே சூரியனும் கதிர்வீச்சை உமிழும். மேலும் அதன் பரப்பு வெப்பநிலை கிட்டத்தட்ட 5700 மு. இம்மதிப்பை சமன்பாடு பிரதியிடும் போது,

$$\lambda_m = \frac{b}{T} = \frac{2.898 \times 10^{-8}}{5700} \approx 508 \text{ nm}$$

இதுவே பெருமச்செறிவிற்கான அலைநீளம் ஆகும். சூரியனின் பரப்பு வெப்பநிலை தோராயமாக 5700 K என உள்ளதால் அதற்கான கதிர்வீச்சு நிறமலை நெடுக்கம் 400 nm முதல் 700 nm வரை காணப்படும். இதுவே மின்காந்தநிறமாலையின் கண்ணுருபகுதியாகும்.

மனித இனம் இந்தக் கதிர்வீச்சை உட்கவர்ந்து தான் பரிணாமவளர்ச்சி அடைந்தது. எனவே மனிதக்கண்கள் சூரிய நிறமாலையில் உள்ள கண்ணுருபகுதியை மட்டுமே உணர முடியும். அகச்சிவப்புபகுதியையோ அல்லது X கதிர் நிறமாலையையோ உணர முடியாது.

நமக்கு அருகில் உள்ள சிரியஸ் (Sirius) (வெப்பநிலை 9940 K) என்ற விண்மீன் அருகில் உள்ள கோளில் மனித இனம் தோன்றி இருந்தால் அவர்களின் கண்கள் மின்காந்தநிறமாலையில் உள்ள புறஊதாக்கதிர்களை உணர முடியும். இதனை சமன்பாடு பயன்படுத்தி அறிந்துகொள்ளலாம்.

**வெப்ப இயக்கவியல்**

**அறிமுகம்:**

நாம் முந்தைய பிரிவுகளில் வெப்பம், வெப்பநிலை மற்றும் பொருள்களின் வெப்பப்பண்புகளைப் பற்றிய பின்னோம். வெப்ப இயக்கவியல் என்பது இயற்பியலின் ஒரு பிரிவாகும். இப்பிரிவு வேலையை வெப்பமாகவும் மற்றும் வெப்பத்தை வேலையாகவும் மாற்றுவதில் உள்ள விதிகளை விவரிக்கிறது. வெப்ப இயக்கவியலின் விதிகள் பாயில், சார்லஸ், பெர்னாலி, ஜூல், கிளாசியஸ், கெல்வின், கார்னோ மற்றும் ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ் போன்ற அறிவியல் அறிஞர்களின் மூன்று நூற்றாண்டுகால ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் முறைப்படுத்தப்பட்டதாகும்.

அன்றாடவாழ்வில் நம்மைச் சுற்றி நடைபெறும் அனைத்து நிகழ்வுகளும் ஏன் நமது உடலியக்கநிகழ்வுகள் கூட வெப்ப இயக்கவியல் விதிகளுக்கு உட்பட்டு நடைபெறுகின்றது. எனக் கூறினால் அதுமிகையாகாது. எனவே வெப்ப இயக்கவியல் என்பது இயற்பியலின் ஓர் இன்றியமையாத பிரிவாகும்.

### வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு:

வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு (Thermodynamic system) என்பது இப்பிரபஞ்சத்தில் வரையறுக்கப்பட்ட ஒரு பகுதியாகும். மேலும் அழுத்தம் (P), பருமன் (V), மற்றும் வெப்பநிலை (T) போன்ற முக்கிய எண்ணிக்கையிலடங்கிய துகள்களின் (அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகள்) தொகுப்பே வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பாகும். மீதமுள்ள இப்பிரபஞ்சத்தின் பகுதியே சூழல் (Surrounding) எனப்படும். இவ்விரண்டும் ஓர் எல்லையால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

### எடுத்துக்காட்டுகள்:

ஓர் வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு என்பது, திட, திரவ, வாயு மற்றும் கதிர்வீச்சு போன்ற எந்தவடிவிலும் இருக்கலாம்.

வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு	சூழல்
வானியில் உள்ள தண்ணீர்	திறந்த வெளி
அறை ஒன்றினுள் உள்ள காற்று மூலக்கூறுகள்	அறைக்கு வெளியில் உள்ள காற்று
மனித உடல்	திறந்த வெளி
கடலில் உள்ள மீன்	கடல் நீர்

### வெப்பச் சமநிலை (Thermal equilibrium):

அறை ஒன்றில் ஒரு கோப்பையில் சூடான தேநீர் வைக்கப்பட்டால், தேநீரிலிருந்து வெப்பம் சூழலுக்குக் கடத்தப்படும். சிறிது நேரத்திற்கு பின்பு சூடான தேநீர் சூழலின் வெப்பநிலைக்கு சமமான வெப்பநிலையை அடையும். இதன் பின்பு தேநீரிலிருந்து சூழலுக்கோ அல்லது சூழலிலிருந்து தேநீருக்கோ வெப்பப் பரிமாற்றம் ஏற்படாது. தேநீரும் சூழலும் வெப்பச் சமநிலையை அடைந்த விட்டதை இது காட்டுகிறது.

இரு அமைப்புகள் ஒன்றுக்கொன்று வெப்பச் சமநிலையில் உள்ளது எனில் அவ்விரண்டு அமைப்புகளும் ஒரே வெப்பநிலையில் இருக்க வேண்டும். மேலும் அது நேரத்தைப் பொருத்து மாறாமல் இருக்க வேண்டும்.

### எந்திரவியல் சமநிலை (Mechanical equilibrium):

பிஸ்டனுடன் உள்ளவாயு அடைத்து வைக்கப்பட்டுள்ள கொள்கலன் ஒன்றைக் கருதுக. அப்பிஸ்டனின் மீது நிறை ஒன்றை வைக்கும் போது கீழ்நோக்கிய புவி ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாக பிஸ்டன் கீழ்நோக்கி நகர்ந்து சில ஏற்ற இறக்கத்திற்குப் பின்பு நிிற்கும். பிஸ்டன் ஒருபுதிய இடத்தை அடையும். வாயுவின் மேல் நோக்கி விசை, கீழ்நோக்கி புவி ஈர்ப்பு விசையை சமன் செய்யும். இந்நிலையில் இவ்வமைப்பை எந்திரவியல் சமநிலையில் உள்ளது எனக் கூறலாம். அமைப்பு ஒன்று எந்திரவியல் சமநிலையில் உள்ளது எனில், எவ்விதமான சமன் செய்யப்படாத விசையும் வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் மீது செயல்படக்கூடாது.

### வேதிச் சமநிலை (Chemical equilibrium):

ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பிலுள்ள இரண்டு வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்புகளுக்கிடையே எவ்வித தொகுப்பின் வேதிவினையும் நடைபெறவில்லை. எனில் அவ்விரு அமைப்புகளும் வேதிச் சமநிலையில் உள்ளது எனலாம்.

### வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலை (Thermodynamic equilibrium):

இரண்டு அமைப்புகள் வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையில் உள்ளன எனில், அவ்விரண்டு அமைப்புகளும் ஒன்றுக்கொன்று வெப்ப, எந்திரவியல் மற்றும் வேதிச் சமநிலையில் இருக்க வேண்டும். வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையில் மீப்பெரு (Macroscopic) மாறிகளான அழுத்தம், பருமன் மற்றும் வெப்பநிலை ஆகியவை ஒருநிலையானமதிப்பினைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். மேலும் அவைகாலத்தைப் பொறுத்து மாறாமல் இருக்க வேண்டும்.

### வெப்ப இயக்கவியல் நிலை (Thermodynamic state variables):

இயந்திரவியலில் திசைவேகம்,உந்தம் மற்றும் முடுக்கம் போன்றவை இயங்கும் பொருளொன்றின் நிலையைவிளக்கப்பயன்படுகின்றன. (தொகுதி 1 இல் இவற்றைப் பற்றிபுரிந்துகொண்டிருப்பீர்கள்) வெப்ப இயக்கவியலில்,வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்புகளின் நிலையைவிவரிக்கும் மாறிகளின் தொகுப்பிற்குவெப்ப இயக்கவியல் மாறிகள் என்றுபெயர்.

எடுத்துக்காட்டுகள்: அழுத்தம்,வெப்பநிலை,பருமன், அக ஆற்றல் போன்றவை.

இந்தமாறிகளின் மதிப்புவெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் சமநிலையைமுழுவதுமாகவிவரிக்கின்றன. வெப்பம் மற்றும் வேலை இவை வெப்ப இயக்கவியல் நிலைமாறிகள் அல்லமாறாக இவை செயல்மாறிகள் ஆகும். (Process variables). வெப்ப இயக்கவியல் மாறிகள் இரண்டுவகைப்படும் அவை: அளவுச் சார்புள்ளமாறி(Extensive variable) மற்றும் அளவுச் சார்பற்றமாறி(Intensive variable).

எடுத்துக்காட்டு: பருமன்,மொத்தநிறை,என்ட்ரோபி(Entropy), அக ஆற்றல்,வெப்பஏற்புத்திறன் போன்றவை. அளவுச் சார்பற்றமாறிவெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் அளவுஅல்லதுநிலையைச் சார்ந்திருக்காது.

எடுத்துக்காட்டு: வெப்பநிலை,அழுத்தம்,தன்வெப்பஏற்புத்திறன்,அடர்த்திபோன்றவை.

### நிலைச் சமன்பாடு(Equation of state):

நிலைமாறிகளைஒருகுறிப்பிட்டமுறையில் தொடர்ப்படுத்தும் சமன்பாடு,நிலைச்சமன்பாடுஎன்றுஅழைக்கப்படுகிறது. இந்நிலைச்சமன்பாடுவெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பொன்றின் சமநிலையில் நிலைமாறிகளுக்கு இடையேஉள்ளதொடர்பைமுழுவதுமாகவிவரிக்கிறது. வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்புசமநிலையில் இல்லையெனில், இந்நிலைச் சமன்பாடுஅமைப்பின் நிலையைவிவரிக்காது. வெப்ப இயக்கச்சமநிலையில் உள்ளநில்லியல்புவாயு(idealgas)ஒன்று  $PV = NkT$ என்றநிலைச் சமன்பாட்டினால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இங்குநான்குபேரளவுமாறிகளும் (P, V,Tமற்றும் N)நிலைச்சமன்பாட்டினால் ஒன்றுடன் ஒன்றுதொடர்புபடுத்தப்பட்டுள்ளன. இச்சமன்பாட்டிலுள்ளஏதேனும் ஒருமாறியைமட்டும் மாற்ற இயலாது. எடுத்துக்காட்டாகவாயுநிரம்பியுள்ளகொள்கலனின் பிஸ்டனை அழுத்தம் போது,வாயுவின் பருமன் குறையும். ஆனால் அதன் அழுத்தம் அதிகரிக்கும் அல்லதுவாயுவைவெப்பப்படுத்தும்போதுஅதன் வெப்பநிலைஉயரும். வாயுவின் அழுத்தம் மற்றும் பருமனும் உயரலாம்.

நிலைச்சமன்பாட்டிற்கானமற்றொருஎடுத்துக்காட்டுவான்டர்வால்ஸ் சமன்பாடுஆகும். வெப்ப இயக்கச் சமநிலையில் உள்ள இயல்புவாயுக்கள் (Real gases) இச்சமன்பாட்டிற்குஉட்படும்.

அறைஒன்றிலுள்ளகாற்று மூலக்கூறுகள் வான்டர்வால்ஸ் நிலைச்சமன்பாட்டிற்குமுழுவதுமாககட்டுப்படுகின்றன. இருப்பினும் அறைவெப்பநிலையில் குறைந்தஅடர்த்தியுள்ளகாற்று மூலக்கூறுகளைநாம் தோராயமாகநல்லியல்புவாயுவாக்க(Ideal gas) கருதுகிறோம்.

### வெப்ப இயக்கவியலின் சுழிவிதி(Zeroth Law of Thermodynamics):

வெப்ப இயக்கவியலின் சுழிவிதியின்படி,Aமற்றும் B,என்ற இரண்டுஅமைப்புகள் C,என்ற மூன்றாவதுஅமைப்புடன் வெப்பச்சமநிலையில் இருப்பின் Aமற்றும் Bஎன்ற இரண்டுஅமைப்புகளும் ஒன்றுக்கொன்றுவெப்பச் சமநிலையில் இருக்கும்.

தொடக்கத்தில் வெவ்வேறுவெப்பநிலையில் உள்ளA, B மற்றும் Cஎன்ற மூன்றுஅமைப்புகளைக் கருதுக. Aமற்றும் B இரண்டுஅமைப்புகளும் ஒன்றுடன் ஒன்றுஎவ்விதமானவெப்பத்தொடர்பையும் பெற்றிருக்கவில்லை.

ஆனால்,அவைஒவ்வொன்றும் Cஎன்ற மூன்றாவதுஅமைப்புடன் தனித்தனியேவெப்பத்தொடர்பில் உள்ளன. சிறிதுநேரத்திற்குப்பிறகுA மற்றும் Bஎன்ற இரண்டுஅமைப்புகளும் தனித்தனியேCயுடன் வெப்பச் சமநிலையில் இருக்கும்.

அடைந்திருப்பதை இது காட்டுகிறது. இம்மூன்றுஅமைப்புகளும் ஒருமுறைவெப்பச்சமநிலையைஅடைந்தபின்புஅவற்றிற்கிடையேஎவ்விதமானவெப்பப் பரிமாற்றமும் இருக்காதுஎனினில் அம்மூன்றும் ஒரேவெப்பநிலையில் இருக்கும். இதனைகணிதமொழியில்



பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.  $T_A = T_C$  மற்றும்  $T_B = T_C$  எனில்,  $T_A = T_B$  ஆகும். இங்கு  $T_A$ ,  $T_B$  மற்றும்  $T_C$  என்பவை A, B மற்றும் C என்ற மூன்று அமைப்புகளின் வெப்பநிலைகளாகும்.

அமைப்புகள் ஒன்றுடன் ஒன்று வெப்பச் சமநிலையில் உள்ளனவா இல்லையா என்பதைக்காட்டும் ஒரு பண்பே வெப்பநிலையாகும்.

வெப்ப இயக்கவியலின் சுழிவிதியானது வெப்பநிலையைக் கண்டறியப்பயன்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக வெப்பநிலைமானி ஒன்றை நாக்கின் அடியில் வைத்துக் கொள்ளும் போது வெப்பநிலைமானி உடலுடன் வெப்பச் சமநிலையை அடையும். இந்நிபந்தனையின்படி வெப்பநிலைமானியின் வெப்பநிலை உடல் வெப்பநிலைக்குச் சமமாக இருக்கும் இதன் அடிப்படையில்தான் நமது உடலின் வெப்பநிலை கண்டறியப்படுகிறது.

பொருளொன்றைத் தொட்டுப்பார்க்கும் போது அப்பொருள் எவ்வளவு சூடாக அல்லது குளிர்ச்சியாக இருப்பதை அறிய வெப்பநிலை துணைபுரிகிறது. நம் உணர்வு உறுப்புகளைப் பயன்படுத்தி பொருளின் வெப்பநிலையைக் கண்டறிய முடியுமா?

நமது வெறும் கால்களில் ஒன்றை தரைவிரிப்பின் மீதும் மற்றொரு காலை வழுவுழுப்பான ஓடுகள் பதிக்கப்பட்ட தரையின் (Tiled floor) மீதும் வைக்கும் போது, வழுவுழுப்பான தரையில் வைத்துள்ள கால், தரைவிரிப்பின் மீது வைக்கப்பட்டுள்ள காலை விட அதிகக் குளிர்ச்சியை உணரும். ஆனால் இங்கு தரை மற்றும் தரைவிரிப்பு இரண்டும் ஒரே அறை வெப்பநிலையில் இருப்பதை கவனிக்கவேண்டும். இதற்குக் காரணம் தரைவிரிப்பை விட வழுவுழுப்பான தரைக்கும் நம் காலுக்கு மிடையே மிகவேகமாக வெப்பப்பரிமாற்றம் ஏற்பட்டது என்பதையே கணிக்கிறது. வெப்பநிலைமானி ஒன்றை தரை மற்றும் தரைவிரிப்பின் மீது வைத்து பார்க்கும் போது இரண்டும் ஒரே வெப்பநிலையில் உள்ளதை அறியலாம்.

### அக ஆற்றல் (U)

வெப்ப இயக்க அமைப்பு ஒன்றின் அக ஆற்றல் என்பது அமைப்பின் நிறைமையத்தைப் பொருத்து அமைப்பிலுள்ள அனைத்து கூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றல் மற்றும் நிலை ஆற்றல்களின் கூடுதலுக்குச் சமமாகும்.

இடப்பெயர்வு இயக்கம், சுழற்சி இயக்கம் மற்றும் அதிர்வியக்கம் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கிய மூலக்கூறு இயக்கத்தினால் ஏற்படும் ஆற்றல், அக இயக்க ஆற்றல் (EK) எனப்படும். மூலக்கூறுகளுக்கிடையே ஏற்படும் கவர்ச்சி மற்றும் விலக்கு விசையால் ஏற்படும் ஆற்றல், அக நிலையாற்றல் (EP) எனப்படும்.

எடுத்துக்காட்டு: பிணைப்பாற்றல் (Bond energy)

எனவே அக ஆற்றலானது பின்வருமாறு எழுதப்படுகிறது.

எனவே அக ஆற்றலானது பின்வருமாறு எழுதப்படுகிறது.

$$U = E_K + E_P$$

- நல்லியல்பு வாயு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே எவ்விதமான இடைவினையும் இல்லை என்று கருதுவதால் அவற்றின் அக ஆற்றல் முழுவதும் அக இயக்க ஆற்றல் வடிவிலேயே இருக்கும். இது வெப்பநிலை, துகள்களின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றைச் சார்ந்திருக்கும். ஆனால் இதுபருமனைச் சார்ந்ததல்ல. ஆனால் வான்டர் வால்ஸ் வாயுக்கள் போன்ற இயல்பு வாயுக்களுக்கு இது பொருந்தாது.
- அக ஆற்றல் ஒரு நிலைமாறி ஆகும். இது வெப்ப இயக்க அமைப்பின் இறுதி நிலை மற்றும் தொடக்க நிலை இவற்றை மட்டுமே சார்ந்திருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக தண்ணீரின் வெப்பநிலை  $30^\circ\text{C}$  இல் இருந்து  $30^\circ\text{C}$  ஆக வெப்பப்படுத்துவதன் மூலமாகவோ அல்லது கலக்குவதன் மூலமாகவோ உயர்த்தப்படுகிறது. அதன் இறுதி அக ஆற்றலானது, தண்ணீர் எவ்வாறு  $40^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையை அடைந்தது என்ற வழிமுறையை சார்ந்திருக்காமல் அதன் இறுதி வெப்பநிலையை மட்டுமே சார்ந்திருக்கும்.

வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் அக ஆற்றலானது அமைப்பிலுள்ள ஒவ்வொரு மூலக்கூறின் ஒழுங்கற்ற இயக்கத்தினால் ஏற்படும் இயக்க ஆற்றலையும், அவற்றின் வேதியியல் அமைப்பினால் ஏற்படும் நிலையாற்றல் இவற்றை மட்டுமே சார்ந்திருக்கும் என்பதை நன்கு புரிந்து கொள்ளவேண்டும். அமைப்பு முழுவதற்குமான மொத்த இயக்க ஆற்றல் அல்லது அமைப்பின் ஈர்ப்புநிலை ஆற்றல் போன்றவை அமைப்பின் அக ஆற்றலின் ஒரு பகுதி என்று தவறாகக் கருதக்கூடாது.

a. ஒரே வெப்பநிலை மற்றும் அக ஆற்றலுடைய இரண்டு வாயுநிரப்பப்பட்ட கொள்கலன்களைக் கருதுக. அவற்றில் ஒன்று தரையிலும், மற்றொன்று இயக்கத்திலுள்ள இரயில் வண்டியிலும் வைக்கப்படுகிறது. இரயில் வண்டியில் உள்ள வாயுக்கொள்கலன் இரயிலின் வேகத்தில் இயங்கினாலும் அதன் உள்ளே உள்ள வாயு மூலக்கூறுகளின் அக ஆற்றலில் எவ்வித உயர்வும் ஏற்படவில்லை.

b. ஒரே வெப்பநிலை மற்றும் அக ஆற்றலுடைய இரண்டு வாயுநிரப்பப்பட்ட கொள்கலன்களைக் கருதுக. அற்றில் ஒன்று தரையிலும், மற்றொன்று  $h$  உயரத்திலும் வைக்கப்படுகின்றது.  $h$  உயரத்திலுள்ள வாயுக் கொள்கலனின் ஈர்ப்புநிலை ஆற்றல் அதிகமெனினும் இந்த அதிகரிப்பு, வாயுவின் அக ஆற்றலில் எவ்வித மாற்றத்தையும் ஏற்படுத்தாது.

### எடுத்துக்காட்டு

ஒரு வாளி முழுவதும் உள்ள சாதாரண நீருடன், ஒரு குவளை சுடுநீரை கலக்கும் போது வெப்பம் எத்திசையில் பரவும்?

உனது விடைக்கு உரிய விளக்கம் தருக.

வாளியில் உள்ள சாதாரண நீரைக் காட்டிலும், குவளையில் உள்ள சூடான நீரின் வெப்பநிலை அதிகம் இருப்பினும் குவளையில் உள்ள சுடுநீரின் அக ஆற்றலை விட வாளிநீரின் அக ஆற்றல் அதிகம். ஏனெனில் அக ஆற்றல் ஓர் அளவுச் சார்புள்ள வெப்ப இயக்கவியல் மாறி ஆகும். அது அமைப்பின் அளவு அல்லது நிறையைச் சார்ந்ததாகும்.

வாளிநீரின் அக ஆற்றல் அதிகம் எனினும், குவளையில் உள்ள சுடுநீரில் இருந்து வெப்பம் வாளிநீருக்கு பாயும். இதற்குக் காரணம் வெப்பம் எப்போதும் உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்து தாழ் வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளுக்குப் பாயும். மேலும் இது அமைப்பின் அக ஆற்றலைச் சார்ந்ததல்ல. பொருளுக்கு வெப்பம் மாற்றப்பட்ட உடன் அவ்வெப்பம் பொருளின் அக ஆற்றலாக மாறிவிடும். எனவே பொருள் வெப்பத்தை பெற்றுள்ளது என்பதை விட "பொருள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு அக ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளது" என்று கூறுவதே சரியான முறையாகும். அமைப்பு ஒன்றின் அக ஆற்றலை அதிகரிப்பதற்கு ஒரு சிறந்த வழி முறை வெப்பப்படுத்துவது ஆகும். இது பின்வரும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இங்கு மிக முக்கியமாக கவனத்தில் கொள்ள வேண்டியது வெப்பம் எப்போதும் அக ஆற்றலை அதிகரிக்க வேண்டும் என்ற அவசியம் இல்லை. வெப்பநிலை மாறாநிகழ்வில் (Isothermal) நல்லியல்பு வாயுவின் உள்ளே வெப்பம் பாய்ந்தாலும் அதன் அக ஆற்றலில் எவ்வித உயர்வும் ஏற்படாது என்பதை நாம் பின்னால்க்கற்க உள்ளோம்.

### ஜூலின் வெப்ப இயந்திரவியல் சமானம் (Joule's Mechanical Equivalent of Heat):

பொருளொன்றின் வெப்பநிலையை அதனை வெப்பப்படுத்துவதன் மூலம் உயர்த்தலாம் அல்லது அப்பொருளின் மீது வேலை செய்வதன் மூலம் உயர்த்தலாம். பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் ஜேம்ஸ் ஜூல் என்ற அறிவியல் அறிஞர் இயந்திர ஆற்றலை அக ஆற்றலாகவும், அக ஆற்றலை இயந்திர ஆற்றலாகவும் மாற்ற முடியும் என்று நிரூபித்தார். அவரின் ஆய்வின் காட்டியுள்ளவாறு இரண்டு நிறைகள் கயிறு ஒன்றின் வழியே துடுப்புச் சுருட்டுடன் (Paddle wheel) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. புவியீர்ப்பு விசையால் இரண்டு நிறைகளும்  $h$  தூரத்திற்கு கீழே வரும்போது 2 அபா அளவு நிலை ஆற்றலை இரண்டு நிறைகளும் இழக்கின்றன.

நிறைகள் கீழே வரும் போது நீரின் உள்ளே துடுப்புச் சுருட்டு சூறும். எனவே துடுப்புச் சுருட்டுத்திற்கும் நீருக்கும் இடையே ஒரு உராய்வு விசைத்தோன்றும். இது நீரின் வெப்பநிலையை உயர்த்தும். இங்கு ஈர்ப்புநிலை ஆற்றல் (Gravitational potential energy) நீரின் அக ஆற்றலாக மாற்றமடைவதை இது உணர்த்துகிறது. புவியீர்ப்பு விசையால் செய்யப்பட்ட வேலையினால் நீரின் வெப்பநிலை உயர்ந்துள்ளது. உண்மையில் வெப்பத்தை கொடுப்பதால் ஏற்படும் அதே விளைவை இயந்திரத்தைக் கொண்டு செய்யப்படும் வேலையினால் ஏற்படுத்த முடியும் என்று ஜூல் நிரூபித்துள்ளார். 1 கிராம் நிறையுடைய நீரின் வெப்பநிலையை  $1^{\circ}\text{C}$  உயர்த்த  $4.186 \text{ J}$  ஆற்றல் தேவைப்படும் என்று ஜூல் கண்டறிந்தார். பழங்காலங்களில் வெப்பமானது கலோரி (Calorie) என்ற அலகினால் அளக்கப்பட்டது.

$$1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$$

இதற்கு ஜூலின் வெப்ப இயந்திரவியல் சமானது என்று பெயர்.

ஜேம்ஸ் ஜூலின் காலத்திற்கு முன்பு, வெப்பம் என்பது கலோரிக் (Caloric) என்ற பாய்ந்தோடும் ஓர் திரவம் என்றும் மக்கள் கருதினார்கள். இத்திரவம் உயர் வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளிலிருந்து, குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளுக்கு பாயும் எனவும் கருதினார்கள். கலோரிக் திரவக் கருத்தின்படி உயர் வெப்பநிலைப் பொருளில் அதிக கலோரிக் திரவமும், குளிர்ச்சியான பொருளில் குறைந்த கலோரிக் திரவமும் உள்ளன. ஏனெனில் வெப்பம் என்பது ஓர் அளவு என்று அவர்கள் கருதியதேயாகும். ஆனால் தற்காலத்தில் நாம் வெப்பம் என்பது ஓர் அளவு அல்ல அது பரிமாற்றிக் கொள்ளப்படும் ஓர் பரிமாற்ற ஆற்றல் என்று புரிந்துகொண்டிருக்கிறோம். எனவே "வெப்ப இயந்திரவியல் சமானம்" என்பது ஓர் தவறான பிரயோகமாகும். ஏனெனில் இயந்திர ஆற்றல் என்பது ஓர் அளவாகும். எந்த ஒரு பொருளும் அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ இயந்திர ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கலாம். ஆனால் வெப்பத்திற்கு இது பொருந்தாது. ஏனெனில் வெப்பம் என்பது ஓர் அளவு அல்ல. இருந்தபோதிலும் இந்தப் பிரயோகம் தொன்றுதொட்டே நடைமுறையில் இருந்து வருவதால் அது தற்போதும் பின்பற்றப்படுகிறது. இதன் சரியானப் பிரயோகம் "ஜூலின் அக ஆற்றல் - இயந்திரவியல் ஆற்றல் சமானம்" என்பதேயாகும். அடிப்படையில் ஜூல் இயந்திர ஆற்றலையே அக ஆற்றலாக மாற்றியுள்ளார். ஜூலின் துடுப்புச் சக்கர ஆய்வில் நிறைகளின் ஈர்ப்புநிலை ஆற்றல், துடுப்புச் சக்கரத்தின் சுழல் இயக்க ஆற்றலாக மாற்றமடைந்து, பின்னர் நீரின் அக ஆற்றலாக மாற்றமடைகிறது.

#### எடுத்துக்காட்டு:

மாணவர் ஒருவர் காலைச் சிற்றுண்டியாக 200 உணவு கலோரி (foodcalorie) ஆற்றலுடைய உணவை உண்கிறார். அவர் அவ்வாற்றலை கிணற்றிலிருந்து தண்ணீரை இறைத்து பள்ளியில் உள்ள மரங்களுக்கு ஊற்றுவதன் மூலம் செலவழிக்கலாம் எனக் கருதுகிறார். அவ்வாறு செலவழிக்க வேண்டுமென்றால் எத்தனை மரங்களுக்கு அவர் தண்ணீரை ஊற்ற முடியும்? இங்கு கிணற்றின் ஆழம் 25 m, குடத்தின் கொள்ளளவு 25 L, ஒவ்வொரு மரத்திற்கும் ஒரு குடம் நீர் ஊற்ற வேண்டும் என்க. (நடக்கும் போது செலவழிக்கப்படும் ஆற்றலையும், குடத்தின் நிறையையும் புறக்கணிக்கவும்)  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$  எனக் கருதுக.

தீர்வு:

கிணற்றிலிருந்து 25 L தண்ணீரை இறைப்பதற்கு அவரின் அக ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி புவியீர்ப்பு விசைக்கு எதிராக வேலை செய்ய வேண்டும்.

$$\text{தண்ணீரின் நிறை} = 25 \text{ L} = 25 \text{ kg} \quad (1 \text{ L} = 1 \text{ kg})$$

25 kg நிறையுடைய தண்ணீரை இறைக்க செய்ய வேண்டிய வேலை = தண்ணீரால் பெறப்படும் ஈர்ப்பு நிலை ஆற்றல்

$$W = mgh = 25 \times 10 \times 25 = 6250 \text{ J}$$

காலைச் சிற்றுண்டியால் பெறப்பட்ட ஆற்றல் = 200 உணவு கலோரி = 200 kcal.

$$1 \text{ kcal} = 10^3 \times 4.186 \text{ J}$$

$$= 200 \times 10^3 \times 4.186 \text{ J} = 8.37 \times 10^5 \text{ J}$$

இவ்வாற்றலைக் கொண்டு மாணவர் 'n' குடங்கள் நீரை கிணற்றிலிருந்து இறைக்கிறார் எனக் கருதுக. மாணவரால் செலவழிக்கப்படும் மொத்த ஆற்றல் =  $8.37 \times 10^5 \text{ J} = nmgh$

எனவே

$$n = \frac{8.37 \times 10^5 \text{ J}}{6250 \text{ J}} \approx 134$$

இங்கு n என்பது தண்ணீர் ஊற்றப்பட வேண்டிய மரங்களின் எண்ணிக்கையை கூட குறிக்கிறது.

காலைச் சிற்றுண்டிமட்டும் உண்டுவிட்டு 134 குடம் நீரை இறைக்க முடியுமா? நிச்சயம் முடியாது. உண்மையில் மனித உடல் உணவு ஆற்றல் முழுவதையும் வேலையாக மாற்றாது. ஏனெனில் தோராயமாக மனித உடலின் பயனுறுதிறன் 20% ஆகும். அதாவது 200 உணவு கலோரியில்

20% மட்டுமே வேலையாக மாற்றமடையும். எனவே 134 குடங்களில் 20% என்பது 26 குடங்கள் மட்டுமே. எனவே அம்மாணவர் உண்டாக்கிற்றுண்டிக்கு இணையாக செய்ய முடிந்த வேலையின் அளவு 26 குடங்கள் நீரை இறைப்பதே ஆகும்.

மீதமுள்ள ஆற்றல் இரத்த ஓட்டத்திற்கும் மற்ற உடலின் மற்ற உறுப்புகளின் இயக்கத்திற்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு உணவு ஆற்றல் வீணாக இழக்கப்படும் என்பதை நினைவில் கொள்ள வேண்டும்.

நமது உடலின் பயனுறுதி ஏன் 100% இல்லை? இதற்கான விடையை நீங்கள் பிரிவு 8.9 இல் அறிந்து கொள்வீர்கள்.

### வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி:

ஆற்றல் மாறாவிதியின் கூற்றே வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி ஆகும். நியூட்டனின் இயக்கவியலில் ஆற்றல் மாறாத தன்மை பெரிய பொருள்களின் இயக்க ஆற்றல் மற்றும் நிலை ஆற்றலை உள்ளடக்கியுள்ளது. ஆனால் வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி வெப்பத்தையும் உள்ளடக்கியுள்ளது. இவ்விதியின் படி அமைப்பின் அக ஆற்றல் மாறுபாடானது ( $\Delta U$ ), அமைப்பிற்குக் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பத்திற்கும் ( $Q$ ) சூழலின் மீது அவ்வமைப்பு செய்த வேலைக்கும் ( $W$ ) உள்ள வேறுபாட்டிற்குச் சமமாகும். கணித மொழியில் இதனைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

இதனைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\Delta U = Q - W$$

வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் அக ஆற்றலை, வெப்பப்படுத்தியோ அல்லது வேலை செய்தோ மாற்ற இயலும். இதனைக் கீழே உள்ள அட்டவணியில் காணலாம்.

அமைப்பின் உள்ளே வெப்பம் பாய்தல்	அக ஆற்றல் அதிகரிக்கும்
அமைப்பிலிருந்து வெப்பம் வெளியேறுதல்	அக ஆற்றல் குறையும்
அமைப்பின் மீது வேலை செய்யப்படும் போது	அக ஆற்றல் அதிகரிக்கும்
அமைப்பினால் வேலை செய்யப்படும் போது	அக ஆற்றல் குறையும்

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியை பயன்படுத்துவதற்கான குறியீட்டு மரபினை அறிமுகப்படுத்தலாம். இது கீழே உள்ள அட்டவணியின் குறிப்பிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

### வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதியைப் பயன்படுத்துவதற்கான குறியீட்டு மரபு

அமைப்பு வெப்பத்தைப் பெறும் போது	Q நேர்க்குறி
அமைப்பு வெப்பத்தை இழக்கும் போது	Q எதிர்க்குறி
அமைப்பின் மீது வேலை செய்யப்படும் போது	W எதிர்க்குறி
அமைப்பு வேலை செய்யும் போது	W நேர்க்குறி

பொதுவாக வாயுக்களைக் கொண்டே, வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி விளக்கப்படுகிறது. ஆனால் இவ்விதி எல்லாவற்றிற்கும் பொதுவானது. மேலும் திரவங்கள் மற்றும் திடப்பொருள்களக்கும் இவ்விதியைப் பயன்படுத்த முடியும்.

சில புத்தகங்களில்  $\Delta U = Q + W$  என வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி குறிப்பிட்டிருக்கும். இங்கு அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலை எதிர்க்குறியாகவும், அமைப்பின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை நேர்க்குறியாகவும் கருதப்படும். இவை இரண்டுமே சரியான குறியீட்டு மரபுகள் தான். இவற்றில் ஏதேனும் ஒரு குறியீட்டு மரபினை நாம் பின்பற்றலாம்.

## மீமெதுநிகழ்வு(Quasi - static Process) :

V பருமன், P அழுத்தம் மற்றும் T வெப்பநிலையில் உள்ள நல்லியல்புவாயு அமைப்பினைக் கருதுக. நல்லியல்புவாயு அடைக்கப்பட்ட உருளையின் பிஸ்டன் வெளிநோக்கி நகர்த்தும் போது நல்லியல்புவாயுவின் பருமனில் மாற்றம் ஏற்படும். இதன் விளைவாக வெப்பநிலையிலும் அழுத்தத்திலும் மாற்றம் ஏற்படும். ஏனெனில், இம்மூன்று மாறிகளும் (P, T மற்றும் V)  $PV = NkT$  என்ற நிலைச் சமன்பாட்டினால் தொடர்புபடுத்தப்பட்டுள்ளன. நிறை ஒன்றினை பிஸ்டனின் மீது வைக்கும் போது, அது பிஸ்டனை திடீரென கீழ்நோக்கி அழுத்தும். இந்நிலையில் பிஸ்டனுக்கு மிக அருகே உள்ள பகுதியின் அழுத்தம், அமைப்பின் மற்ற பகுதிகளில் உள்ள அழுத்தத்தை விட அதிகமாக இருக்கும். இதுவாயுவின் சமநிலையற்ற தன்மையைக் (non-equilibrium) காட்டுகிறது. வாயு சமநிலையை மீண்டும் அடையும் வரை அவ்வாயுவின் அழுத்தம், வெப்பநிலை அல்லது அக ஆற்றலைக் கண்டறிய இயலாது. ஆனால் பிஸ்டனை மிக மெதுவாக அழுத்தும் போது ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் அமைப்பு, சூழலுடன் சமநிலையில் இருக்கும். இந்நிலையில் நாம் நிலைச் சமன்பாட்டைக் கொண்டு அமைப்பின் அக ஆற்றல், அழுத்தம் அல்லது வெப்பநிலையைக் கணக்கிட இயலும். இவ்வகையான நிகழ்வுகளை மீமெதுநிகழ்வு என்று பெயர்.

மீமெதுநிகழ்வு என்பது மிக மிக மெதுவாக நடைபெறும் ஓர் நிகழ்வாகும். இந்நிகழ்வு முடியும் வரை அமைப்பு, சூழலுடன் வெப்பச் சமநிலை, இயந்திரச் சமநிலை மற்றும் வேதிச் சமநிலையில் இருக்கும் படி தன்னுடைய மாறிகளான (P, V, T) ஆகியவற்றின் மதிப்புகளை மிக மெதுவாக மாற்றிக்கொள்ளும். வரையறுக்க இயலாத அளவு மெதுவாக ஏற்படும் இம்மாற்றத்தினால் அமைப்பு எப்போதும் சமநிலைத் தன்மையை ஒட்டியே காணப்படும்.

எடுத்துக்காட்டு:

மீமெதுநிகழ்வுகளை எடுத்துக்காட்டுத் தருக.

பருமன் V, அழுத்தம் P மற்றும் வெப்பநிலை T உடைய வாயு ஒன்று கொள்கலனில் அடைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளது என்க. படத்தில் காட்டியுள்ள வாறு பிஸ்டன் மீது ஒவ்வொரு மண்துகளாகப் போடும் போது பிஸ்டன் உள்ளே நோக்கி மிக மெதுவாக நகரும். இந்நிகழ்வினை கிட்டத்தட்ட மீமெதுநிகழ்வாகக் கருதலாம்.

(ஒவ்வொரு மண்துகளாகப் பிஸ்டனின் மீது போடும் போது ஏற்படும் மீமெதுநிகழ்வு)

**பருமனில் மாற்றம் ஏற்படும் போது செய்யப்பட்ட வேலை:**

நகரும் பிஸ்டனைக் கொண்ட வாயு நிரப்பப்பட்ட உருளை ஒன்றைக் கருதுக. மீமெதுநிகழ்வில் உள்ள வாறு வாயுவிரிவடைந்து பிஸ்டனை dx தொலைவு மெதுவாகத் தள்ளுகிறது.

இங்கு மீமெதுநிகழ்வின் அடிப்படையில் வாயுவிரிவடைகிறது. எனவே ஒவ்வொரு கணத்திலும் அழுத்தம், வெப்பநிலை மற்றும் அக ஆற்றல் ஆகியவை ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பினைப் பெற்றிருக்கும். வாயுவால் பிஸ்டன் மீது செய்யப்பட்ட சிறிய வேலை

$$dW = F dx$$

வாயுவால் பிஸ்டனின் மீது செலுத்தப்பட்ட விசை  $F = PA$ . இங்கு A என்பது பிஸ்டனின் பரப்பையும் P என்பது வாயு பிஸ்டனின் மீது செலுத்தும் அழுத்தத்தையும் குறிக்கிறது.

சமன்பாடு பின்வரும் மாற்றியமைக்கலாம்

$$dW = PA dx$$

ஆனால்,  $A dx = dV$  = வாயுவின் விரிவினால் ஏற்பட்ட பருமன் மாறுபாடு எனவே வாயுவிரிவடைந்ததால் செய்யப்பட்ட சிறிய வேலை

$$dW = PdV$$

இங்கு dV நேர்க்குறி என்பதை கவனிக்க வேண்டும். ஏனெனில் பருமன் அதிகரிக்கிறது.

போதுவாக வாயுவின் பருமன்  $V_i$  லிருந்து  $V_f$  வரை அதிகரிப்பதால் செய்யப்பட்ட வேலையை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$w = \int_{V_i}^{V_f} PdV$$

அமைப்பின் மீது வேலை செய்யப்பட்டிருப்பின் w எதிர்க்குறி மதிப்பைப் பெறும்.

சமன்பாடு அழுத்தம்  $P$ , தொகைக் குறியீட்டிற்கு உள்ளே உள்ளதைக் கவனிக்கவேண்டும். அமைப்பவேலை செய்யும் போது அழுத்தம் மாறிலியாக இருக்கவேண்டிய அவசியமில்லை என்பதை இது உணர்த்துகிறது. தொகையீட்டுமதிப்பினைக் காணநிலைச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி அழுத்தத்தைப் பருமன் மற்றும் வெப்பநிலையின் சார்பாகக் குறிப்பிடவேண்டும்.

### PV வரைபடம்:

அழுத்தம்  $P$  மற்றும் பருமன்  $V$  இவைகளுக்கு இடையேவரையப்படும் ஓர் வரைபடமே PV வரைபடமாகும். வாயுவிரிவடையும் போது அவ்வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலையை PV வரைபடத்தைக் கொண்டு கணக்கிடலாம். அல்லது வாயு அழுக்கப்படும் போது அவ்வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலையைக் கணக்கிடலாம். அலகு  $\frac{2}{\text{நாம்}}$  கற்றபடிவளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு சிறும எல்லையிலிருந்து பெரும எல்லை வரை உள்ள சார்பின் தொகையீட்டுமதிப்பைத் தரும். இதேபோன்று PV வரைபடத்தின் கீழே உள்ள பரப்புவாயுவிரிவடையும் போது அல்லது அழுக்கப்படும் போது செய்யப்பட்ட வேலையைக் கொடுக்கும். PV வரைபடத்தின் வடிவம் வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வின் தன்மையைச் சார்ந்தது.

### எடுத்துக்காட்டு

நிலையானவளிமண்டல அழுத்தத்தில் உள்ள வாயுவின் பருமன்  $1\text{m}^3$  லிருந்து  $2\text{m}^3$  ஆக விரிவடைகிறது எனில், பின்வருவனவற்றைக் காண்க.

- வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை
- இவ்வேலைக்கான PV வரைபடம்

### தீர்வு:

அழுத்தம்  $P = 1\text{ atm} = 101\text{ kPa}$ ,  $V_f = 2\text{ m}^3$  மற்றும்  $V_i = 1\text{ m}^3$   
சமன்பாடு இருந்து

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dV = P \int_{V_i}^{V_f} dV$$

இங்கு  $P$  என்பது ஓர் மாறிலியாகும். எனவே இது தொகையீட்டிற்கு வெளியே உள்ளது.

$$W = P(V_f - V_i) = 101 \times 10^3 \times (2 - 1) = 101\text{ kJ}$$

அழுத்தம் மாறிலியாக உள்ளதால் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு PV வரைபடம் ஓர் நேர்க்கோடாக இருக்கும். அந்த நேர்க்கோட்டுக்கு கீழே உள்ள பரப்பு செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமமாகும்.

### வாயுவின் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன்:

கொடுக்கப்பட்ட அமைப்பின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் அவ்வமைப்பின் கட்டமைப்பு மற்றும் மூலக்கூறுகளின் தன்மையைக் கண்டறிவதில் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றது. திடப்பொருள் மற்றும் திரவங்களுக்கு மாறாக வாயுக்கள் இரண்டு தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்களைப் பெற்றுள்ளன. அவை, அழுத்தம் மாறாத் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $S_p$ ) மற்றும் பருமன் மாறாத் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $S_v$ ).

### தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன்:

#### அழுத்தம் மாறாத் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $S_p$ )

அழுத்தம் மாறா நிலையில்  $1\text{ மப}$  நிறையுடைய பொருளின் வெப்பநிலையை  $1\text{K}$  அல்லது  $1^\circ\text{C}$  உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவு அழுத்தம் மாறாத் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் என அழைக்கப்படும். அமைப்பினை வெப்பப்படுத்தும் போது வாயுவிற்கு வெப்பம் அளிக்கப்படுகிறது. மாறா அழுத்தத்தில் வாயு விரிவடைகிறது.

இந்நிகழ்வில் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பத்தின் ஒரு பகுதி வேலை செய்ய (விரிவடைய) பயன்படுகிறது. மேலும் மீதம் உள்ள பகுதி வாயுவின் அக ஆற்றலை அதிகரிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது.

#### பருமன் மாறாத் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $S_v$ )

பருமன் மாறா நிலையில்  $1\text{ kg}$  நிறையுடைய பொருளின் வெப்பநிலையை  $1\text{ K}$  அல்லது  $1^\circ\text{C}$  உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவு, பருமன் மாறாத் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் என்று அழைக்கப்படும். வாயுவின் பருமன் மாறாத் நிலையில் கொடுக்கப்படும் வெப்பம் அமைப்பின் அக ஆற்றல் அதிகரிப்பதற்கு மட்டுமே பயன்படுகிறது. காட்டியுள்ளவாறு எவ்வித வேலையும் செய்யப்படாது.

மாறா அழுத்தத்தில் வாயுவின் வெப்பநிலையை உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பத்தை விட, மாறா பருமனில் உள்ள வாயுவின் வெப்பநிலையை உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பம் குறைவானது. வேறுவகையில் கூறுவோமாயின்  $S_p$  எப்போதும்  $S_v$  ஐ விட அதிகமாகும்.

### மோலார் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன்கள்:

சில நேரங்களில் மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்களைக் ( $C_p, C_v$ ) கணக்கிடுவது, நமக்கு மிகவும் பயனுள்ளதாக அமையும்.

மாறாப்பருமனில் 1 மோல் அளவுள்ள பொருளின் வெப்பநிலையை 1K அல்லது  $1^\circ\text{C}$  உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவே, பருமன் மாறா மோலார் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $C_v$ ) ஆகும். மாறா அழுத்தத்தில் வெப்பநிலையை உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவு அழுத்தம் மாறா மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $C_p$ )

மாறாப்பருமனில்  $\mu$  மோல் அளவுள்ள வாயுவிற்குக் கொடுக்கப்படும் வெப்பத்தை Q என்றும், அதனால் ஏற்படும் வெப்பநிலை வேறுபாட்டை  $\Delta T$  எனவும் கொண்டால்

$$Q = \mu C_v \Delta T$$

என எழுதலாம்.

இம் மாறாபரும நிகழ்விற்கு வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியைப் பயன்படுத்தினால் ( $W = 0$ , ஏனெனில்  $dV = 0$ ),

$$Q = \Delta U - 0$$

எனக் கிடைக்கும்.

இவற்றைஒப்பிடும் போது

$$\Delta U = \mu C_v \Delta T \text{ அல்லது } C_v = \frac{1}{\mu} \frac{\Delta U}{\Delta T}$$

$\Delta T$  யின் எல்லைசுழியினைஅடையும் போது ( $\Delta T \rightarrow 0$ ), நாம்

$$C_v = \frac{1}{\mu} \frac{dU}{dT}$$

என எழுதலாம்.

இங்கு வெப்பநிலை மற்றும் அக ஆற்றல் இரண்டுமே நிலை மாறிகள். எனவே, மேகண்ட சமன்பாடு அனைத்து நிகழ்வுகளுக்கும் பொருத்தமானதாகும்.

### மேயர் தொடர்பு(Meyer's Relation):

$\mu$  மோல் அளவுடைய நல்லியல்பு வாயு கொள்கலன் ஒன்றில் அடைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. அவ்வாயுவின் பருமன் V, அழுத்தம் P மற்றும் வெப்பநிலை T என்க. மாறாப்பருமனில் வாயுவின் வெப்பநிலை dT அளவு உயர்த்தப்படுகிறது. இங்கு வாயுவால் எவ்வித வேலையும் செய்யப்படவில்லை. எனவே அமைப்பிற்குக் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பம் அக ஆற்றலை மட்டுமே அதிகரிக்கும். அக ஆற்றலில் ஏற்பட்ட மாற்றத்தை dU என்க.

$C_v$  என்பது பருமன் மாறா மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் எனில் சமன்பாடு பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$dU = \mu C_v dT$$

மாறா அழுத்தத்தில் வாயுவை வெப்பப்படுத்தும் போது, அவ்வாயுவின் வெப்பநிலை உயர்வு dT எனவும், அமைப்பிற்குக் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவு 'Q' எனவும். இந்நிகழ்வினால் பருமனில் ஏற்பட்ட மாற்றம் 'dV' எனவும் கொண்டால்

$$Q = \mu C_p dT$$

இந்நிகழ்வினால் செய்யப்பட்ட வேலை

$$W = PdV$$

ஆனால், வெப்ப இயக்கவியலின் முதல்விதிப்படி

$$Q = dU + W$$

சமன்பாடுகள்

$$\mu C_p dT = \mu C_v dT + PdV$$

எனக் கிடைக்கும்

மோல் நல்லியல்பு வாயுவிற்கு நிலைச்சமன்பாட்டை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$PV = \mu RT \Rightarrow PdV + VdP = \mu R dT$$

இங்கு அழுத்தம் மாறாது, எனவே  $dP = 0$ .

$$PdV = \mu R dT$$

$$C_p dT = C_v dT = R dT$$

$$C_p = C_v + R \text{ (or) } C_p - C_v = R$$

இத்தொடர்பிற்குமேயர் தொடர்பு என்று பெயர்.

மாறா அழுத்தத்தில் நல்லியல்புவாயுவின் மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன், பருமன் மாறாமோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் மற்றும்  $R$  ஆகியவற்றின் கூடுதலுக்குச் சமமாகும் என்பதை இத்தொடர்பு நமக்குக் காட்டுகிறது.

மேலும் இத்தொடர்பிலிருந்து, அழுத்தம் மாறாமோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $C_p$ ), பருமன் மாறாமோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனைவிட ( $C_v$ ) என்போதும் அதிகம் என்பதை நாம் புரிந்துகொள்ளலாம்.

**வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வுகள் (Thermodynamic Processes):**

**வெப்பநிலைமாறா நிகழ்வு (Isothermal process):**

இந்நிகழ்வில் வெப்பநிலை ஓர் மாறாமதிப்பினைப் பெற்றிருக்கும். ஆனால் வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் அழுத்தமும், பருமனும் மாற்றமடையும்.

நாமறிந்த படிநல்லியல்புவாயுச் சமன்பாடு

$$PV = \mu RT$$

இந்நிகழ்வில்  $T$  ஓர் மாறிலி. எனவே வெப்பநிலைமாறா நிகழ்விற்கான நிலைச்சமன்பாடு

$$PV = \text{மாறிலி}$$

இந்த சமன்பாடு நமக்கு உணர்த்துவது

வாயு ஒரு சமநிலை நிலையிலிருந்து ( $P_1, V_1$ ) மற்றொரு சமநிலை நிலைக்குச் ( $P_2, V_2$ ) செல்லும் போது பின்வரும் தொடர்பு பொருந்தும் என்பதை

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

இங்கு  $PV = \text{மாறிலி}$ . எனவே  $P$ , ஆனது  $V$  யுடன் எதிர் விகிதத்தொடர்பைப் பெற்றுள்ளது. அதாவது ( $P \propto \frac{1}{V}$ )

இதிலிருந்து  $PV$  வரைபடம் ஓர் அதிபரவளையம் (hyperbola) என அறியலாம்.

மாறா வெப்பநிலையில் வரையப்படும் அழுத்தம் - பருமன் வரைபடத்தை வெப்பநிலை மாறா வரைபடம் (Isotherm) என்றே அழைக்கலாம்.

மீமெது வெப்பநிலை மாறா விரிவு மற்றும் மீமெது வெப்பநிலை மாறா அமுக்கம் இவற்றிற்கான  $PV$  வரைபடங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

நாம் அறிந்த படிநல்லியல்புவாயு ஒன்றின் அக ஆற்றல் அவ்வாயுவின் வெப்பநிலையை மட்டும் சார்ந்துள்ளது.

எனவே, ஓர் வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில் அக ஆற்றலும் ஓர் மாறிலியாகும் ஏனெனில் வெப்பநிலை இங்கு மாறாமல் உள்ளது. எனவே  $dU$  அல்லது  $\Delta U = 0$ . வெப்பநிலை மாறா நிகழ்விற்கான வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி பின்வருமாறு எழுதப்படுகிறது.

$$Q = W$$



சமன்பாடு இருந்து வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில் வாயுவிற்குக் கொடுக்கப்படும் வெப்பம் புறவேலைக்கு மட்டுமே பயன்படுகிறது என்பதை நமக்கு உணர்த்துகிறது. அமைப்பு ஒன்றினுள் வெப்பம் பாயும் போது அவ்வமைப்பின் வெப்பநிலை எப்போதும் உயரும் என்றதவறானபுரிதல் உள்ளது. வெப்பநிலைமாறாநிகழ்வில் இது உண்மையல்ல. வெப்பநிலைமாறாஅழுக்கம் ஏற்படும் போதுஉருளையின் உள்ளேபிஸ்டன் தள்ளப்படுகிறது. இது அக ஆற்றலைஅதிகரிக்கும். ஆனால் இந்த அக ஆற்றல் அதிகரிப்புவெப்பத்தொடர்பினால் அமைப்பிற்குவெளியேசென்றுவிடுகிறது.

### எடுத்துக்காட்டுகள்:

1. தண்ணீரவெப்பப்படுத்தும் போது, அதன் கொதிநிலையில் தண்ணீருக்குஎவ்வளவுவெப்பத்தைஅளித்தாலும் தண்ணீர் முழுவதுமாகநீராவியாகமாறும் வரை அதன் வெப்பநிலைஉயருவதில்லை. இதேபோன்றுஉறைநிலையில் உள்ளபனிக்கட்டிஉருகிதண்ணீராகமாறும் போதும் பனிக்கட்டிக்குவெப்பத்தைக் கொடுத்தாலும் அதன் வெப்பநிலைஉயருவதில்லை.
2. நமதுஉடலின் அனைத்துவளர்சிதைமாற்றங்களும் ஒருமாறாவெப்பநிலையிலேயே (37°C) நடைபெறுகின்றன.

### வெப்பநிலைமாறாநிகழ்வில் செய்யப்பட்டவேலை:

நல்லியல்புவாயுஒன்றினைக் கருதுக. மாறாவெப்பநிலையில், மீமெதுநிகழ்வில் என்றதொடக்கநிலையிலிருந்துஎன்ற இறுதிநிலைக்குஅதனைவிரிவடையஅனுமதிக்கவும். இந்நிகழ்வில் வாயுவால் செய்யப்பட்டவேலையைநாம் பின்வருமாறுகணக்கிடலாம்.

சமன்பாடு இருந்தவாயுவால் செய்யப்பட்டவேலை,

$$W = \int_{V_i}^{V_f} PdV$$

இந்நிகழ்வுமீமெதுநிகழ்வாகஉள்ளதால் ஒவ்வொருநிலையிலும் வாயுவானது சூழலுடன் சமநிலையில் இருக்கும். இங்குவாயுநல்லியல்புவாயுவாகவும் ஒவ்வொருநிலையிலும் சூழலுடன் சமநிலையில் உள்ளதாலும் நல்லியல்புவாயுச் சமன்பாட்டை இங்குநாம் பயன்படுத்திஅழுத்தத்தைபருமன் மற்றும் வெப்பநிலையின் சார்பாகஎழுதலாம்.

$$P = \frac{\mu RT}{V}$$

சமன்பாடு இல் பிரதியிடும் போது

$$W = \int_{V_i}^{V_f} \frac{\mu RT}{V} dV$$

$$W = \mu RT \int_{V_i}^{V_f} \frac{dV}{V}$$

சமன்பாடுTதொகையீட்டிற்குவெளியேவைத்திருக்கக் காரணம் வெப்பநிலைமாறாநிகழ்வுமுழுமைக்கும் இது மாறிலியாகும்.

சமன்பாடுதொகைப்படுத்தும் போது

இங்குஏற்பட்டபருமன் விரிவுவர் வெப்பநிலைமாறாவிரிவாகும்.

$$W = \mu RT \ln \left( \frac{V_f}{V_i} \right)$$

மேலும்  $\frac{V_f}{V_i} > 1$  என்பதால்  $\ln \left( \frac{V_f}{V_i} \right) > 0$  ஆகும்.

எனவே, வெப்பநிலைமாறாவிரிவில் வாயுவால் செய்யப்பட்டவேலைநேர்க்குறிஆகும்.

சமன்பாடு வெப்பநிலை மாறா அமுக்கத்திற்கும் பொருந்தும், ஆனால் வெப்பநிலை மாறா அமுக்கத்தில்  $\frac{V_f}{V_i} < 1$

எனவே  $\ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) < 0$  எனவே, வெப்பநிலை மாறா அமுக்கத்தில் வாயுவின்

மீது செய்யப்பட்ட வேலை எதிர்க்குறி ஆகும். PV வரைபடத்தில், வெப்பநிலை மாறா விரிவின் போது வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை வரைபடத்திற்குக் கீழே உள்ள பரப்பிற்குச் சமம் என்பது காட்டப்பட்டுள்ளது.

இதேபோன்று வெப்பநிலை மாறா அமுக்கத்தில் PV வரைபடத்திற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமமாகும். இது எதிர்குறியில் குறிப்பிடப்படும்.

வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலையைக் கணக்கிடும் போது, நிகழ்வு ஒரு மீமெது நிகழ்வு என நாம் கருதுகிறோம். இது ஒரு மீமெது நிகழ்வாக இல்லையெனில் நிலைச் சமன்பாடு  $P = \frac{\mu RT}{V}$  யை சமன்பாடு பிரதியிட இயலாது. ஏனெனில் நல்லியல்பு வாயு விதி சமநிலையற்ற நிகழ்வுகளுக்குப் பொருந்தாது. ஆனால் சமன்பாடு மீமெதுவாக நிகழாத வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வுகளுக்கும் பொருந்தும். ஏனெனில் அழுத்தம் மற்றும் பருமன் போன்ற நிலை மாறிகள் நல்லியல்பு வாயுவின் தொடக்கமற்றும் இறுதி நிலைகளை மட்டுமே சார்ந்திருக்கும், இறுதி நிலைகளை அடைந்த வழி முறையை சார்ந்திருக்காது. சமன்பாடு தொகைப்படுத்துவதற்கு மட்டுமே நாம் மீமெது நிகழ்வாக கருதினோம்.

இங்கு வேலை நேர்க்குறியில் உள்ளதைக் கவனிக்க வேண்டும். ஏனெனில் வாயுவால் வேலை செய்யப்பட்டுள்ளது.

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதிப்படி, வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில் அமைப்பிற்குக் கொடுக்கப்படும் வெப்பம் வேலை செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

எனவே,  $Q = W = 1.369 \text{ kJ}$

இங்கு Q வும் நேர்க்குறியாகும். ஏனெனில் வெப்பம் அமைப்பிற்குள் செல்கிறது.

வெப்பநிலை மாறா நிகழ்விற்கு

$$P_i V_i = P_f V_f = \mu RT$$

$$P_f = \frac{\mu RT}{V_f} = 0.5 \text{ mol} \times \frac{8.31 \text{ J}}{\text{mol.K}} \times \frac{300 \text{ K}}{6 \times 10^{-3} \text{ m}^3}$$

$$= 207.75 \text{ kPa}$$

**வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வு (Adiabatic Process):**

இந்நிகழ்வில் எவ்விதமான வெப்பமும் அமைப்பிற்கு உள்ளேயோ அல்லது அமைப்பிலிருந்து வெளியேயோ செல்லாது ( $Q = 0$ ) ஆனால் வாயு தன்னுடைய அக ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி விரிவடையும் அல்லது வெளிப்புற வேலையினால் வாயு அமுக்கமடையும். எனவே வெப்பப்பரிமாற்ற மில்லா நிகழ்வில் அமைப்பின் அழுத்தம், பருமன் மற்றும் வெப்பநிலை இவற்றில் மாற்றம் ஏற்படலாம்.

ஒரு வெப்பப் பரிமாற்ற மில்லா நிகழ்விற்கு வெப்ப இயக்க வியலின் முதல் விதி  $\Delta U = W$  என எழுதலாம். இதிலிருந்து நாம் அறிந்து கொள்வது என்னவென்றால் வாயு அதன் அக ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி வேலை செய்யும் அல்லது வாயுவின் மீது வேலை செய்யப்பட்டு அதன் அக ஆற்றல் அதிகரிக்கும்.

வெப்பப்பரி மாற்றமில்லா நிகழ்வினை பின்வரும் முறைகளைப் பயன்படுத்தி நிகழ்த்த இயலும்.

1. அமைப்பு வெப்ப ஆற்றலை சூழலுக்குக் கடத்தாதவாறும் அல்லது சூழலிலிருந்து எவ்விதமான வெப்ப ஆற்றலும் அமைப்பிற்குள் செல்லாதவாறும் அமைப்பினை வெப்பக்காப்பு (Thermally insulating) செய்ய வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டாக, வெப்பக்காப்பு செய்யப்பட்ட உருளையில் உள்ளவாய் வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா முறையில் அமுக்கப்படுகிறது அல்லது வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா முறையில் விரிவடைகிறது.

2. எவ்வித வெப்பக்காப்பும் அற்ற நிலையில் சூழலுக்கு வெப்பத்தைக் கடத்த இயலாதவாறு மிகக் குறுகிய நேரத்தில் மிகவேகமாக நிகழ்வு ஏற்பட்டால் அதுவும் ஒரு வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வு.

(a) மற்றும் (b) இவற்றை விளக்குகின்றன.

எடுத்துக்காட்டுகள்: வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்விற்கான நிலைச் சமன்பாடு

வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்விற்கான நிலைச் சமன்பாடு

$$PV^\gamma = \text{மாறிலி}$$

இங்கு  $\gamma$  என்பது வெப்ப பரிமாற்றமில்லா அடுக்குக்குறி ஆகும். ( $\gamma = C_p/C_v$ ) இதுவாயின் இயல்பைப் பொருத்ததாகும்.

சமன்பாடு இருந்து நாம் அறிவது என்னவென்றால், வாயு ஒரு சமநிலை நிலையிலிருந்து ( $P_i, V_i$ ) மற்றொரு சமநிலை நிலைக்கு ( $P_f, V_f$ ) வெப்ப பரிமாற்றமில்லா முறையில் செல்லும்போது அவ்வாயு பின்வரும் நிபந்தனைக்கு உட்படும்.

$$P_i V_i^\gamma = P_f V_f^\gamma$$

வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா விரிவு மற்றும் அமுக்க நிகழ்விற்கான வரைபடத்தையும் வெப்பப் பரிமாற்றமில்லாவளை கோடு (adiabat) என்றே அழைக்கலாம். வெப்பநிலை மாறா நிகழ்விற்கான PV வரைபடம் மற்றும் காட்டப்பட்டுள்ள வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா நிகழ்விற்கான PV வரைபடமும் கிட்டத்தட்ட ஒரே மாதிரியாக உள்ளன. ஆனால் வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா நிகழ்விற்கானவளை காடு, வெப்பநிலை மாறா நிகழ்விற்கான வளைகோட்டை விட சற்றே செங்குத்தாக காணப்படும்.

T மற்றும் V ஐப் பொருத்து சமன்பாடு நாம் சற்றே மாற்றியமைக்கலாம். நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாட்டிலிருந்து அழுத்தம்

$$\text{இதனை சமன்பாடு பிரதியிட, நமக்கு கிடைப்பது } \frac{\mu RT}{V} V^\gamma = \text{மாறிலி (அல்லது)} \quad \frac{T}{V} V^\gamma = \frac{\text{மாறிலி}}{\mu R}$$

கிடைக்கும்.

இங்கு  $\mu R$  என்பதும் ஒரு மாறிலி, எனவே இதனைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$TV^{\gamma-1} = \text{மாறிலி}$$

வாயு ஒன்று தொடக்கச் சமநிலையிலிருந்து ( $T_i, V_i$ ) இறுதி மநிலைக்கு ( $T_f, V_f$ ) வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா முறையில் செல்லும்போது அது பின்வரும் சமன்பாட்டை நிறைவு செய்யும்.

$$T_i V_i^{\gamma-1} = T_f V_f^{\gamma-1}$$

என்பதை சமன்பாடு நமக்கு உணர்த்துகிறது.

வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா நிகழ்விற்கான நிலைச் சமன்பாட்டை T மற்றும் P யினைப் பொருத்தும் எழுதலாம்.

$$T^\gamma P^{1-\gamma} = \text{மாறிலி} \quad (8.39)$$

சமன்பாடு (8.39) ந்கான நிரூபணத்தை நீங்களே முயற்சிக்கலாம்.

கைகளினால் அழுத்தப்படும் பம்பினைப் பயன்படுத்தி மிதிவண்டிச் சக்கரத்திற்கு காற்றடிப்பதை நாம் அனைவரும் அறிந்திருப்போம். பம்பின்

உள்ளே உள்ள V பருமனுடைய காற்றை, வளிமண்டல அழுத்தத்திலுள்ள மற்றும் 27°C அறை வெப்பநிலையில் உள்ள வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு என்று கருதுக. முதிவண்டிச் சக்கரத்தில் காற்றைச் செலுத்தும் முனை மூடப்பட்டுள்ளது. என்று கருதுக. காற்றானது அதன் தொடக்கப் பருமனிலிருந்து நான்கில் ஒரு பங்கு இறுதிப் பருமனுக்கு அழுத்தப்படுகிறது என்றால் அதன் இறுதி வெப்பநிலை என்ன? சக்கரத்தின் காற்று செலுத்தும் முனை மூடப்பட்டுள்ளதால் காற்றுச் சக்கரத்தினுள் செல்ல முடியாது. எனவே இங்கு காற்றடிக்கும் நிகழ்வின் வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா அமுக்கமாகக் கருதலாம். காற்றுக்கு ( $\gamma = 1.4$ )

**தீர்வு:**

காற்றடிக்கும் நிகழ்வுவெப்பப்பரிமாற்றமில்லா அமுக்கமாக கருதப்படுகிறது. பருமன் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே வெப்பநிலையைக் கணக்கிட வேண்டும். இங்கு சமன்பாடு (8.38) ஐப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

$$T_i V_i^{\gamma-1} = T_f V_f^{\gamma-1}$$

$$T_i = 300 K \quad (273 + 27^\circ C = 300 K)$$

$$V_i = V \quad \& \quad V_f = \frac{V}{4}$$

$$T_f = T_i \left( \frac{V_i}{V_f} \right)^{\gamma-1} = 300 K \times 4^{1.4-1} = 300 K \times 1.741$$

$$T_2 \approx 522 K \quad \text{அல்லது} \quad 249^\circ C$$

இந்த இறுதி வெப்பநிலைநீரின் கொதிநிலையை விட அதிகம். எனவே மிதிவண்டியில் சக்கரத்திற்கு கைப்பம்பினைப் பயன்படுத்திக் காற்றடிக்கும் போது காற்று நிரப்பும் முனையைத் தொடுவது ஆபத்தானதாகும்.

பிஸ்டனைமிகவேகமாக அழுத்தும் போது உருவாகும் வெப்பத்தினை குறுகிய நேரத்தில் சூழலுக்குக் கடத்த இயலாது. எனவே வாயுவின் வெப்பநிலை விரைவாக உயரும். இது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இத்தத்துவம் டீசல் இயந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. காற்று-பெட்ரோல் கலவையை வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா முறையில் மிகவேகமாக அழுக்கும் போது அக்கலவையின் வெப்பநிலை தீப்பற்றும் அளவுக்கு மிகவேகமாக உயரும்.

வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை முழுமையாக வெப்பக்காப்புச் செய்யப்பட்ட சுவர், அடிப்பரப்பு கொண்ட உருளையினுள் உள்ள மூலம் நல்லியல்பு வாயுவைக் கருதுக. A குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு கொண்ட உராய்வற்ற வெப்பக்காப்புப் பெற்ற பிஸ்டன் உருளையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா முறையில் அமைப்பு ( $P_i, V_i, T_i$ ) என்ற தொடக்கநிலையிலிருந்து ( $P_f, V_f, T_f$ ) என்ற இறுதிநிலையை அடையும் போது செய்யப்பட்ட வேலை  $W$  என்க.

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dV \quad (8.40)$$

வெப்பப்பரி மாற்றமில்லா இந்நிகழ்வு ஒரு மீமெது நிகழ்வு எனக்கருதுக, ஒவ்வொரு நிலையிலும் நல்லியல்பு வாயுவிதி இங்கு பொருந்தும்.

இந்நிபந்தனையின் அடிப்படையில், வெப்பப்பரி மாற்றமில்லா நிகழ்வின் நிலைச் சமன்பாடு  $PV^\gamma = \text{மாறிலி}$  (அல்லது)  $P = \frac{\text{மாறிலி}}{V^\gamma}$  இதனை சமன்பாடு (8.40) இல் பிரதியிடும் போது

$$W = PdV$$

$$\therefore W_{adia} = \int_{V_i}^{V_f} \frac{\text{மாற்றிலி}}{V^\gamma} dV$$

$$= \text{மாற்றிலி} \int_{V_i}^{V_f} V^{-\gamma}$$

$$= \text{மாற்றிலி} \left[ \frac{V^{-\gamma+1}}{-\gamma+1} \right]_{V_i}^{V_f}$$

$$= \frac{\text{மாற்றிலி}}{1-\gamma} \left[ \frac{1}{V_f^{\gamma-1}} - \frac{1}{V_i^{\gamma-1}} \right]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma} \left[ \frac{\text{மாற்றிலி}}{V_f^{\gamma-1}} - \frac{\text{மாற்றிலி}}{V_i^{\gamma-1}} \right]$$

$$= \frac{\text{மாற்றிலி}}{1-\gamma} \left[ \frac{1}{V_f^{\gamma-1}} - \frac{1}{V_i^{\gamma-1}} \right]$$

$$\therefore W_{adia} = \frac{1}{1-\gamma} \left[ \frac{P_f V_f^\gamma}{V_f^{\gamma-1}} - \frac{P_i V_i^\gamma}{V_i^{\gamma-1}} \right]$$

$$W_{adia} = \frac{1}{1-\gamma} [P_f V_f - P_i V_i]$$

நல்லியல்பு வாயுவியிலிருந்து,

$$P_f V_f = \mu R T_f \text{ மற்றும் } P_i V_i = \mu R T_i$$

இதனைச் சமன்பாடு (8.41) இல் பிரதியிடும்போது

$$\therefore W_{adia} = \frac{\mu R}{\gamma-1} [T_i - T_f]$$

வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா விரிவில், வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை  $W_{adia}$  ஒரு நேர் குறியை மதிப்பாகும். இங்கு  $T_i > T_f$ , எனவே வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா விரிவில் வாயு குளிர்ச்சியடையும்.

வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா அமுக்கத்தில், வாயுவின் மீது வேலை செய்யப்படும் அதாவது  $W_{adia}$  ஒரு நேர் குறியை மதிப்பாகும். இங்கு  $T_i > T_f$ , எனவே வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா விரிவில் வாயு குளிர்ச்சியடையும்.

வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா அமுக்கத்தில், வாயுவின் மீது வேலை செய்யப்படும் அதாவது  $W_{adia}$  ஒரு எதிர் குறியை மதிப்பாகும். இங்கு  $T_i < T_f$ , எனவே வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா அமுக்கத்தில் வாயுவின் வெப்பநிலை உயரும்.

### குறிப்பு

வெப்பப்பரி மாற்றமில்லா நிகழ்வு ஓர் மீமெது நிகழ்வாகக் கருதி சமன்பாடு (8.41) மற்றும் (8.42) ஆகிய இரண்டும் சமன்பாடுகளை நாம் வருவித்தோம். இந்நிகழ்வு மீமெது நிகழ்வாக இல்லையென்றாலும் இவ்விரண்டு சமன்பாடுகளும் பொருத்தமான சமன்பாடுகளேயாகும். ஏனெனில் நிலைமாறிகள்  $P$ ,  $V$  மற்றும்  $T$  ஆகியவை தொடக்க மற்றும் இறுதி நிலைகளை மட்டுமே சார்ந்தவை. அவை இறுதி நிலையை அடைந்த வழிமுறையைச் சார்ந்ததல்ல.

தொகையிடலுக்காகமட்டுமேநாம் மீமெதுநிகழ்வுஎன்றுகருதினோம். படம் (8.32) இல் காட்டப்பட்டுள்ளவெப்பப்பரிமாற்றமில்லாநிகழ்வில் PV வரைபடத்திற்குகீழே உள்ளபரப்பு, இந்நிகழ்வில் செய்யப்பட்டமொத்தவேலையைக் கொடுக்கும்.

வெப்பநிலை மாறாவளைகோடு மற்றும் வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா வளைகோடு இவற்றிற்கிடையேயான வேறுபாட்டை புரிந்துகொள்ளவேT<sub>i</sub>மற்றும் T<sub>f</sub> வெப்பநிலைகளுக்கான வெப்பநிலை மாறாவளை கோட்டுடன், சேர்த்து வெப்பப்பரிமாற்ற மற்றவளைகோடும் படம் (8.32) இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா நிகழ்விற்கான வளைகோடு,வெப்பநிலை மாறாவளை காட்டைவிடசெங்குத்தாக இருக்கும். ஏனெனில் எப்போதும்  $\gamma > 1$ ஆகும்.

### அழுத்தம் மாறாநிகழ்வு (Isobaric Process)

இதுமாறாதஅழுத்தத்தில் ஏற்படும் ஒருவெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வாகும். இந்நிகழ்வில் அழுத்தம் மாறிலியாக இருந்தாலும்,வெப்பநிலை,பருமன் மற்றும் ஆகஆற்றல் போன்றவைமாறிலிகள் அல்ல. நல்லியல்புவாயுச் சமன்பாட்டிலிருந்து.

$$V = \left( \frac{\mu R}{P} \right) T$$

$$\text{Here } \frac{\mu R}{P} = \text{மாறிலி}$$

அழுத்தம் மாறாநிகழ்வில்,கெல்வின் வெப்பநிலைபருமனுக்குநேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

$$V \propto T \text{ (அழுத்தம் மாறாநிகழ்வு)} \quad (8.44)$$

அழுத்தம் மாறாநிகழ்வில் V - Tவரைபடம் ஆதிப்புள்ளிவழியேச்செல்லும் ஓர் நேர்க்கோடாகஅமையும் என்பதைமேற்கண்ட சமன்பாடுஉணர்த்துகிறது.

வாயுஒன்று (V<sub>i</sub>,T<sub>i</sub>) என்றநிலையிலிருந்து (V<sub>f</sub>,T<sub>f</sub>) என்றநிலைக்குமாறாஅழுத்தத்தில் செல்லும்போதுபின்வரும் சமன்பாட்டைநிறைவுசெய்யும்.

$$\frac{T_f}{V_f} = \frac{T_i}{V_i}$$

அழுத்தம் மாறாநிகழ்விற்கானஎடுத்துக்காட்டுகள் வாயுவைவெப்பப்படுத்தும்போதுவாயுவெப்பமடைந்துபின்னர் அதுபிஸ்டனைத் தள்ளுகிறது. எனவேவாயுவானதுவளிமண்டலஅழுத்தம் மற்றும் புவியீர்ப்புவிசை இவற்றின் கூடுதலுக்குச் சமமான ஓர் விசையையிஸ்டனின் மீதுசெலுத்துகிறதுஎனில் இந்நிகழ்வு ஓர் அழுத்தம்மாறாநிகழ்வாகும்.

நமதுவீட்டுசமையல் அறையில் நடைபெறும் பெரும்பாலானசமையல் நிகழ்வுகள் அழுத்தம் மாறாநிகழ்வுகள் ஆகும். திறந்தபாத்திரத்தில்

உணவினைசமைக்கும்போதுஉணவிற்குமேலேஉள்ளஅழுத்தம் எப்போதும் வளிமண்டலஅழுத்தத்திற்குச் சமமாகும்.

படம் 8.35இல் காட்டியுள்ளவாறுஅழுத்தம் மாறாநிகழ்விற்கானPVவரைபடம் பருமஅச்சுக்கு இணையாகச் செல்லும் ஓர் கிடைத்தளக் கோடாகும். பருமன் குறையும் அழுத்தம் மாறாநிகழ்வினைபடம் 8.35 (a) காட்டுகிறது.

பருமன் அதிகரிக்கும் அழுத்தம் மாறாநிகழ்வினைபடம் 8.35 (b) காட்டுகிறது.

அழுத்தம் மாறாநிகழ்வில் செய்யப்பட்டவேலைவாயுவால் செய்யப்பட்டவேலை

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dv \quad (8.46)$$

$$W = P \int_{V_i}^{V_f} dv \quad (8.47)$$

அழுத்தம் மாறாநிகழ்வில், அழுத்தம் ஓர் மாறிலியாகும். எனவே P தொகையீட்டிற்கு வெளியே உள்ளது.

$$W = P[V_f - V_i] = P\Delta V \quad (8.48)$$

இங்கு,  $\Delta V$  என்பது பருமனில் ஏற்பட்ட மாற்றத்தைக் குறிக்கிறது.  $\Delta V$  எதிர்க்குறியாக இருந்தால்,  $W$  எதிர்க்குறியாக இருக்கும். இதுவாயுவின் மீது வேலை செய்யப்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது.  $\Delta V$  நேர்க்குறியாக இருந்தால்,  $W$  நேர்க்குறியாகும். இதுவாயுவால் வேலை செய்யப்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது.

சமன்பாடு (8.48)ஐ நல்லியல்புவாயுச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி மாற்றி அமைக்கலாம்.

$$PV = \mu RT \quad \text{அல்லது} \quad V = \frac{\mu RT}{P}$$

இதனைச் சமன்பாடு (8.48) இல் பிரதியிடும்போது

$$W = \mu RT_f \left( 1 - \frac{T_i}{T_f} \right) \quad (8.49)$$

எனக் கிடைக்கும்.

PV வரைபடத்தில், அழுத்தம் மாறாவளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ளபரப்பு, அழுத்தம் மாறாநிகழ்வினால் செய்யப்பட்டவேலைக்குச் சமமாகும். படம் 8.36 இல் காட்டப்பட்டுள்ள நிழலிடப்பட்ட பகுதிவாயுவால் செய்யப்பட்டவேலைக்குச் சமமாகும்.

அழுத்தம் மாறாநிகழ்விற்கான வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதியை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\Delta U = Q - P\Delta V \quad (8.50)$$

இரண்டு வெவ்வேறு அழுத்தங்களில் நடைபெறும் அழுத்தம் மாறாநிகழ்வுகளுக்கான V - T வரைபடம் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது. இவற்றுள் எந்த நிகழ்வு உயர் அழுத்தத்தில் நடைபெறும் என்று கண்டறிக.

**தீர்வு**

நல்லியல்புவாயுச் சமன்பாட்டிலிருந்து,

$$V = \left( \frac{\mu R}{P} \right) T$$

V - T வரைபடம் ஆதிப்புள்ளிவழியேச் செல்லும் ஓர் நேர்க்கோடாகும்.

$$\text{அதன் சாய்வு} = \frac{\mu R}{P}$$

V - T வரைபடத்தின் சாய்வு, அழுத்தத்திற்கு எதிர்விகிதத் தொடர்புடையது ஆகும். சாய்வு பெருமமாக இருப்பின், அழுத்தம் குறைவானதாகும். இங்கு  $P_1$  இன் சாய்வு  $P_2$  வை விட அதிகம். எனவே  $P_2 > P_1$ .

T யினை x அச்சிலும் V யினை y அச்சிலும் வைத்து இவ்வரைபடத்தை வரைந்திருந்தால்,  $P_2 > P_1$  ஆக இருக்குமா? சிந்தித்து உனது விடையைக் கூறுக.

### எடுத்துக்காட்டு 8.20

27°C வெப்பநிலையில் உள்ள 1 மோல் நல்லியல்பு வாயு 1 MPa அழுத்தத்தில் உருளை ஒன்றினுள் அடைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் பருமன் இருமடங்காகும் வரை அதனை விரிவடைய அனுமதித்து பின்னர் கீழ்க்கண்டவற்றைக் கணக்கிடுக.

- (a) (i) இப்பருமவிரிவு வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா முறையில் நடந்தால், வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை என்ன?  
(ii) இப்பருமவிரிவு அழுத்தம் மாறாமுறையில் நடந்தால், வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை என்ன?  
(iii) இப்பரும விரிவு வெப்பநிலை மாறாமுறையில் நடந்தால், வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை என்ன?
- (b) மேற்கண்ட மூன்று நிகழ்வுகளிலும், எந்த நிகழ்வில் அக ஆற்றலில் பெரும் மாற்றம் அடைகிறது மற்றும் எந்த நிகழ்வில் சிறும மாற்றம் ஏற்படுகின்றது.
- (c) இம் மூன்று நிகழ்வுகளுக்கான PV வரைபடத்தை வரையவும்.
- (d) இம் மூன்று நிகழ்வுகளில் எந்த நிகழ்வில் வெப்பம் வாயுவுக்கு அதிக வெப்பம் அளிக்கப்பட்டிருக்கும் மற்றும் எந்த நிகழ்வில் வாயுவுக்கு குறைவாக வெப்பம் அளிக்கப்பட்டிருக்கும்?

$$\gamma = \frac{5}{3} \text{ மற்றும் } R = 8.3 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

**தீர்வு:**

- (a) (i) வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வில் அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலை

$$W_{\text{adia}} = \frac{\mu R}{\gamma - 1} [T_i - T_f]$$

இறுதி வெப்பநிலை  $T_f$  க்கு கண்டறிய வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிலைச் சமன்பாடு.

$T_f V_f^{\gamma-1} = T_i V_i^{\gamma-1}$  ஐப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

$$T_f = T_i \left( \frac{V_i}{V_f} \right)^{\gamma-1} = 300 \times \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 0.63 \times 300 \text{ K} = 189.8 \text{ K}$$

$$W = 1 \times 8.3 \times \frac{3}{2} (300 - 189.8) = 1.37 \text{ kJ}$$

- (ii) அழுத்தம் மாறா நிகழ்வில் அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலை

$$W = P \Delta V = P(V_f - V_i)$$

மேலும்  $V_f = 2V_i$  எனவே  $W = 2PV_i V_i$  க்கு கணக்கிட, நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாட்டை தொடக்கநிலைக்கும் பயன்படுத்த வேண்டும்  $P_i V_i = RT_i$

$$V_i = \frac{RT_i}{P_i} = 8.3 \times \frac{300}{1} \times 10^{-6} = 24.9 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

அழுத்தம் மாறா நிகழ்வின் போது செய்யப்பட்ட வேலை  $W = 2 \times 10^6 \times 24.9 \times 10^{-4} = 4.9 \text{ KJ}$

- (iii) வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில் அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலை



$$W = \mu RT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

வெப்பநிலைமாறாநிகழ்வில் தொடக்க அறைவெப்பநிலைஒருமாறிலியாகும்.

$$\text{எனவே } W = 1 \times 8.3 \times 300 \times \ln(2) = 1.7 \text{ kJ}$$

(b) இம்முன்றுநிகழ்வுகளையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது அழுத்தம் மாறாநிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை, பெருமமதிப்பையும், வெப்பப்பரிமாற்றமில்லாநிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை சிறுமதிப்பையும் பெற்றுள்ளன.

(c) இம்முன்றுநிகழ்வுகளுக்கான PV வரைப்படம் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.

AB வளையோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு = அழுத்தம் மாறாநிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை

AC வளை கோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு = வெப்பநிலைமாறாநிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை

AD வளை கோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு = வெப்பப்பரிமாற்றமில்லாநிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை

PV வரைபடத்தில் AB வளை கோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு மற்ற வளை கோடுகளின் பரப்பை விட அதிகம். எனவே அழுத்தம் மாறாநிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை பெருமமதிப்பையும் வெப்பப்பரிமாற்றமில்லாநிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை மதிப்பையும் பெற்றுள்ளன.

வெப்பப்பரிமாற்றமில்லாநிகழ்வில் அமைப்பிற்கு எவ்விதமான வெப்பமும் செல்லவில்லை. அதேபோன்று அமைப்பிலிருந்து எவ்விதமான வெப்பமும் வெளியேறவும் இல்லை. வெப்பநிலைமாறாநிகழ்வுடன் ஒப்பிட்டுப் பாது அழுத்தம் மாறாநிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை அதிகம் எனவே வெப்பமும் அதிகம்.

### பருமன் மாறாநிகழ்வு (Isochoric process)

அமைப்பின் பருமனை மாறாமதிப்பாகக் கொண்டு செய்யப்படும் வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வு பருமன் மாறாநிகழ்வு என்று அழைக்கப்படும். இந்நிகழ்வில் அழுத்தம், வெப்பநிலை மற்றும் அக ஆற்றல் ஆகியவை தொடர்ந்து மாற்றமடையும்.

பருமன் மாறாநிகழ்விற்கான அழுத்தம் - பருமன் வரைபடம், அழுத்த அச்சுக்கு இணையாக வரையப்படும் ஒரு இணைக் கோடாகும்.

பருமன் மாறாநிகழ்விற்கான நிலைச் சமன்பாட்டை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$P = \left(\frac{\mu R}{V}\right) T \quad (8.51)$$

இதிலிருந்து அழுத்தம், வெப்பநிலைக்கு (கெல்வின்) நேர்த்தகவில் இருக்கும் என நாம் அறியலாம். பருமன் மாறாநிகழ்விற்கான P-T வரைபடம் ஆதிப்புள்ளி வழியேச் செல்லும் ஓர் நேர்க்கோடாகும்.  $(P_i, T_i)$  என்ற தொடக்கப்புள்ளியிலிருந்துவாயு  $(P_f, T_f)$  என்ற இறுதிப்புள்ளிக்கு மாறாப்பருமனில் செல்லும்போது அமைப்பு பின்வரும் சமன்பாட்டை நிறைவு செய்கிறது.

$$\frac{P_i}{T_i} = \frac{P_f}{T_f} \quad (8.52)$$

பருமன் மாறாநிகழ்வில்,  $\Delta V = 0$  எனவே  $W = 0$  வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியானது

$$\Delta U = Q \quad (8.53)$$

என்று எழுதப்படுகிறது.

இதிலிருந்துநாம் அறிவது என்னவென்றால் அமைப்பிற்குக் கொடுக்கப்படும் வெப்பம் அக ஆற்றலைமட்டுமே அதிகரிக்கும். இதன் விளைவாக வெப்பநிலையையும் மேலும் அழுத்தமும் அதிகரிக்கும்.

அமைப்பு ஒன்று மாறாபருமனில் தனது வெப்பத்தை வெப்பம் கடத்தும் சுவரின் மூலமாக குழலுக்குக் கொடுக்கிறது எனில், அமைப்பின் அக ஆற்றல் குறையும். இதன் பயனாக வெப்பநிலை குறையும். மேலும் அழுத்தமும் குறையும்.

### எடுத்துக்காட்டுகள்

1. கீழே உள்ள படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு மூடப்பட்ட பாத்திரத்தில் உணவு பாத்திரத்தின் மூடி நிராவியானல் சிறிதுமேல் நோக்கித்தள்ளப்படும். இதற்கு காரணம் பாத்திரத்தை மூடியைக்கொண்டு மூடியைப்பின்புருமன் ஒரு மாறாமதிப்பினைப்பெறும் வெப்பம் தொடர்ந்து அளிக்கப்படும்போது அழுத்தம் அதிகரிக்கும் இதனால் நிராவிமேல் நோக்கிச் சென்று மூடியை மேல்நோக்கித் தள்ளமுயற்சிக்கும்.
2. மோட்டார் சைக்கிள், கார் போன்ற தானியங்கிவாகனங்களில் உள்ள பெட்ரோல் இயந்திரம் நான்குநிகழ்வுகளைமேற்கொள்ளும். முதலில படம் (a) ல் காட்டியுள்ளவாறு பிஸ்டன் வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வின் மூலம் ஒரு குறிப்பிட்டபருமனுக்கும் சுருங்கும். இரண்டாவதாக படம் (b) இல் காட்டியுள்ளவாறு (காற்று+எரிபொருள்) கலவையின் பருமனை மாறிலியாகவைத்துக் கொண்டுவெப்பம் கொடுக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக வெப்பநிலையும் அழுத்தமும் அதிகரிக்கும். இது ஒருபருமன் மாறாநிகழ்வாகும். மூன்றாவது நிகழ்வில் படம் (c) இல் காட்டியுள்ளவாறு வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா விரிவு ஏற்படுகிறது. நான்காவது நிகழ்வில் படம் (d) இல் காட்டியுள்ளவாறு பிஸ்டனை இயக்காமல் பருமன் மாறாநிகழ்வு மீண்டும் ஏற்பட்டு வெப்பம் வெளியேற்றப்படுகிறது.

### எடுத்துக்காட்டு 8.21

500g நீர், 30°C வெப்பநிலையிலிருந்து 60°C வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது எனில் நீரின் அக ஆற்றல் மாறுபாட்டைக் கணக்கிடுக. (இங்கு நீரின் விரிவினைபுறக்கணிக்கவும் மேலும் நீரின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் 4184 J kg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>)

### தீர்வு

நீரின் வெப்பநிலையை 30°C இல் இருந்து 60°C க்கு உயர்த்தும்போது ஏற்படும் நீரின் விரிவைபுறக்கணிக்கிறோம். எனவே இந்நிகழ்வின் ஒரு பருமன் மாறாநிகழ்வாகக் கருதலாம். பருமன் மாறாநிகழ்வில் செய்யப்படும் வேலை சுழியாகும். மேலும் அளிக்கப்படும் வெப்பமானது அக ஆற்றலை அதிகரிப்பதற்கு மட்டுமே பயன்படுத்தப்படும்.

$$\Delta U = Q = ms_v \Delta T$$

$$\text{நீரின் நிறை} = 500 \text{ g} = 0.5 \text{ kg}$$

$$\text{வெப்பநிலை மாற்றம்} = 30 \text{ K}$$

$$\text{வெப்பம் } Q = 0.5 \times 4184 \times 30 = 62.76 \text{ KJ}$$

### சுழற்சி நிகழ்வு (Cyclic Process)

இவ்வகை வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வில், வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு ஒருநிலையிலிருந்து தொடர்ச்சியாக மாற்றமடைந்து இறுதியில் தனது தொடக்கநிலையை மீண்டும் அடையும். ஆமைப்பு தனது தொடக்கநிலையையே மீண்டும் அடைவதால்

பல்வேறு வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வுகளின் சுருக்கம்

வ.எண்	நிகழ்வு	வெப்பம்	வெப்பநிலைமற்றும் அக ஆற்றல்	அழுத்தம்	
1.	வெப்பநிலைமாறாநிகழ்வு	விரிவு	$Q > 0$	மாறிலி	குறைகிறது
		அழுக்கம்	$Q < 0$	மாறிலி	அதிகரிக்கிறது
2.	அழுத்தம் மாறாநிகழ்வு	விரிவு	$Q > 0$	அதிகரிக்கிறது	மாறிலி
		அழுக்கம்	$Q < 0$	குறைகிறது	மாறிலி
3.	பருமன் மாறாநிகழ்வு		$Q < 0$	அதிகரிக்கிறது	அதிகரிக்கிறது
			$Q < 0$	குறைகிறது	குறைகிறது
4.	வெப்பப்பரிமாற்றமில்லாநிகழ்வு	விரிவு	$Q = 0$	குறைகிறது	குறைகிறது
		அழுக்கம்	$Q = 0$	அதிகரிக்கிறது	அதிகரிக்கிறது

பருமன்	நிலை மாறுபாடு	வெப்பம் வெளியேற்றம் (அல்லது உள்வாங்கல்)	PV- வரைபடம்
அதிகரிக்கிறது	$PT = \text{மாறிலி}$	$W = \mu RT \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) > 0$	
குறைகிறது		$W = \mu RT \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) < 0$	
அதிகரிக்கிறது	$\frac{P}{J} = \text{மாறிலி}$	$W = P(V_2 - V_1) = P\Delta V > 0$	
குறைகிறது		$W = P(V_2 - V_1) = P\Delta V < 0$	

செயல்பாடு	$\frac{P}{T} = \text{constant}$	$W = P \Delta V$	
செயல்பாடு	$\frac{P}{T} = \text{constant}$	$W = \frac{nR}{\gamma - 1} (T_2 - T_1) > 0$	
செயல்பாடு	$\frac{P}{T} = \text{constant}$	$W = \frac{nR}{\gamma - 1} (T_2 - T_1) < 0$	

அக ஆற்றலில் ஏற்பட்ட மாறுபாடு சுழியாகும். சுழற்சிநிகழ்வில் அமைப்பிற்குள் வெப்பம் செல்லும், அதேபோன்று அமைப்பிலிருந்தும் வெப்பம் வெளியேறும். வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியிலிருந்து, அமைப்பிற்கு மாற்றப்பட்ட தொகுப்பின் வெப்பம் வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமமாகும்.

$$Q_{\text{net}} = Q_{\text{in}} - Q_{\text{out}} = W \text{ (சுழற்சிநிகழ்விற்கு)}$$

#### வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதியின் வரம்புகள்:

வெப்பம் மற்றும் வேலை இவை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றாக மாற்றமடையும் தன்மையை வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி சிறப்பாக விளக்கியுள்ளது. ஆனால் அவை மாற்றமடையும் திசையினை விளக்கவில்லை.

#### எடுத்துக்காட்டாக,

சூடான பொருளுடன், குளிர்ந்த பொருளொன்றை வெப்பத்தொடர்பில் வைக்கும் போது வெப்பம் எப்போதும் சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ந்த பொருளுக்குப் பாயும். இதற்கு எதிர்த்திசையில் வெப்பம் பாயாது. ஆனால் வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதிப்படி வெப்பம் சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ந்த பொருளுக்கோ அல்லது குளிர்ந்த பொருளிலிருந்து சூடான பொருளுக்கோ பய முடியும். ஆனால் இயற்கையாகவே வெப்பம் எப்போதும் உயர் வெப்பநிலையிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலைக்குத்தான் பாயும்.

கார்களில் உள்ள பிரேக்குகளை அழுக்கும் போது ஏற்படும் உராய்வினால் கார் நின்று விடுகிறது. உராய்வுக்கு எதிராக செய்யப்படும் வேலை வெப்பமாக மாற்றமடையும். ஆனால் இவ்வெப்பம் காரின் இயக்க ஆற்றலாக மீண்டும் மாற்றமடைவதில்லை. எனவே வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி பெரும்பான்மையான இயற்கை நிகழ்வுகளை விளக்கப்போதுமானதாக இல்லை.

#### மீள் நிகழ்வு (Reversible process):

வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வு ஒன்று, அது நடைபெற்ற பாதைக்கு எதிர்த்திசையில் செயல்பட்டு, அமைப்பும் சூழலும் தன்னுடைய தொடக்க நிலையை அடைய முடியுமானால் அத்தகைய வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வை மீள் நிகழ்வு என்று அழைக்கலாம்.

எடுத்துக்காட்டு: மீமெது வெப்பநிலை மாறா விரிவு, சுருள்வில்லில் மிக மெதுவாக நடைபெறும் அழுக்கம் மற்றும் விரிவு.

### மீள் நிகழ்வுநடைபெறுவதற்கானநிபந்தனைகள்:

1. இச்செயல்முறைமிகமிகமெதுவாகநடைபெறவேண்டும்.
2. செயல்முறைநடைபெற்றுமுடியும் வரைஅமைப்பும், சூழலும் தொடர்ந்துஎந்திரவியல்,வெப்பவியல் மற்றும் வேதியியல் சமநிலையில் இருக்கவேண்டும்.
3. உராய்வுவிசை,பாகியல் விசை,மின்தடைபோன்றஆற்றல் இழப்புஏற்படுத்தும் விசைகள் ஏதும் இருக்கக்கூடாது.

அனைத்துமீள் நிகழ்வுகளும் மீமெதுநிகழ்வுகள் தான். ஆனால் அனைத்துமீமெதுநிகழ்வுகளும் மீள் நிகழ்வுகளாக இருக்கவேண்டியஅவசியமில்லை. எடுத்துக்காட்டா,பிஸ்டனை மிகமெதுவாகஅழுத்தம் போதுஉருளையின் சுவருக்கும்,பிஸ்டனுக்கும் இடையேஉராய்வுவிசை இருந்தால் சிறிதளவுஆற்றல் சூழலுக்கு இழக்கப்படும். இவ்வாற்றலைமீண்டும் பெற இயலாது. எனவே இதுமீமெதுநிகழ்வாக இருந்தாலும் மீள் நிகழ்வு இல்லை.

### மீளாநிகழ்வு(Irreversible process):

இயற்கைநிகழ்வுகள் அனைத்தும் மீளாநிகழ்வுகளாகும். இத்தகையநிகழ்வுகளைPV வரைபடத்தில் குறிப்பிட இயலாது. ஏனெனில் மீளாநிகழ்வின் ஒவ்வொருகட்டத்திலும் அழுத்தம்,வெப்பநிலைபோன்றவற்றிற்குகுறிப்பிட்டமதிப்பு இருக்காது.

வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வுஒன்றின் ஆற்றல் மாறாத்தன்மைக்கான கூற்றே,வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியாகும். எடுத்துக்காட்டாக, சூடான பொருளொன்றைகுளிர்ச்சியானபொருளின் மீதுவைக்கும் போது,வெப்பஆற்றல் சூடான பொருளிலிருந்துகுளிர்ச்சியான பொருளுக்குபாய்கிறது. ஏன் வெப்பம் குளிர்ச்சியானபொருளிலிருந்து சூடான பொருளுக்குபாயவில்லை? குளிர்ச்சியானபொருளிலிருந்து சூடான பொருளுக்குவெப்பஆற்றல் பாய்வதையும் வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதிஅனுமதிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக5 Jஆற்றல் சூடான பொருளிலிருந்து சூடான பொருளுக்கு பாய்ந்தாலும் தொகுபயன் அமைப்பின் மொத்தஆகஆற்றல் மாறாது. ஆனால் 5 Jவெப்பம் குளிர்ச்சியானபொருளிலிருந்து வெப்பமானபொருளுக்கு எப்போதும் பாயாது.

இயற்கையாகவே இது போன்ற நிகழ்வுகள் ஒருநிசையின் மட்டுமேநடைபெறும். எதிர்த்திசையில் நடைபெறுவதில்லை. இந்நிகழ்வுகள் எந்தத் திசையில் நடைபெற்றாலும் அமைப்பின் மொத்தஆற்றல் மாறாமல் இருக்கும். இருப்பினும் எதிர்த்திசையில் இந்நிகழ்வு நடைபெறாது என்பதை இங்கு கவனிக்க வேண்டும். வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதிஒரு இயற்கைநிகழ்வு எதிர்த்திசையில் ஏன் நடைபெறுவதில்லை என்பதற்கான விளக்கத்தைக் கொடுக்கவில்லை என்பதற்கான விளக்கத்தைக் கொடுக்கவில்லை.

பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் அறிவியல் மேதைகள் எதிர்த்திசையில் ஒருநிகழ்வு நடைபெறாததற்கான விளக்கத்தைக் கொடுக்கமுனைந்தார்கள். அதன் பயனாக இயற்கையின் ஒருபுதியவிதியினைக் கண்டறிந்தார்கள். அதுதான் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி. இந்த இரண்டாம் விதியின்படிவெப்பம் எப்போதும் சூடான பொருளிலிருந்துகுளிர்ச்சியானபொருளுக்குத் தானாகவேபாயும் இதனைவெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியின் கிளாசியஸ் கூற்றுஎன்றுஅழைப்பார்கள்.

### எடுத்துக்காட்டு:

மீளா செயல்முறைக்கான சில எடுத்துக்காட்டுகளைக் கூறுக.

இயற்கையாக நடைபெறும் அனைத்து நிகழ்வுகளும் மீளா நிகழ்வுகள் ஆகும் சில ஆர்வமூட்டும் எடுத்துக்காட்டுகளை இங்கு காண்போம்.

1. வாயு அடைத்து வைக்கப்பட்ட குடுவையை திறந்தவுடன், குடுவையில் இருந்த வாயு மூலக்கூறுகள் மெதுவாக அறை முழுவதும் பரவுகின்றன. அவை மீண்டும் குடுவைக்கு வருவதில்லை.
2. பேனா மைத்துளி சொட்டு ஒன்றைத் தண்ணீரில் விடும்போது, மைத்துளி தண்ணீரில் மெதுவாக பரவும். இந்த பரவிய மைத்துளி மீண்டும் ஒன்று சேராது.
3. சற்றே உயரமான இடத்திலிருந்து விழும் பொருள் தரையை அடைந்த உடன், பொருளின் மொத்த இயக்க ஆற்றல் தரையின் மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றலாக மாற்றமடைகிறது. அதில் ஒரு

சிறுபகுதி ஒலி ஆற்றலாக இழக்கப்படுகிறது. தரையின் ஆற்றலை மீண்டும் ஒன்றிணைத்து பொருள் தானாகவே மேலே செல்ல இயலாது.

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியின்படி மேலே கூறப்பட்ட அனைத்து நிகழ்ச்சிகளும் எதிர்த்திசையில் நடக்கவும் சாத்தியமுண்டு. ஆனால் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி இந்நிகழ்ச்சிகளை எதிர்த்திசையில் நடக்க அனுமதிக்காது. இயற்கையின் முக்கிய விதிகளில் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியும் ஒன்றாகும். இவ்விதி இயற்கை நிகழ்வுகள் நடைபெறும் திசையை தீர்மானிக்கிறது.

### வெப்ப இயந்திரம் (Heat Engine)

இந்த நவீன தொழில்நுட்ப உலகில், போக்குவரத்தில் தானியங்கி இயந்திரங்களின் பங்கு முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். மோட்டார் சைக்கிள்கள் மற்றும் கார்களில் இயந்திரங்கள் உள்ளன. அவை பெட்ரோல் அல்லது டீசலை உள்ளீடாகப் பெற்றுக் கொண்டு சக்கரங்களை சுழற்றும் வேலையைச் செய்கின்றன. பெரும்பான்மையான இயந்திரங்களின் பயனுறுதிறன் 40% மேல் இல்லை. இயந்திரங்களின் பயனுறு திறனுக்கான அடிப்படை கட்டுப்பாடுகளை வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதிதான் தீர்மானிக்கிறது. எனவே இரண்டாம் விதியினைப் புரிந்து கொள்ள, வெப்ப இயந்திரங்களைப் புரிந்து கொள்வது அவசியமாகும்.

### தேக்கி (Reservoir):

மிக அதிகமான வெப்ப ஏற்புத்திறன் கொண்ட வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு என்று இதனை வரையறுக்கலாம். தேக்கியிலிருந்து வெப்பத்தை எடுத்தாலும் அல்லது தேக்கிக்கு வெப்பத்தை அளித்தாலும் தேக்கியின் வெப்பநிலை மாறாது.

### எடுத்துக்காட்டு:

ஒரு டம்ளர் சூடான நீரை, ஏரி நீரில் ஊற்றினால் ஏரியின் வெப்பநிலை உயராது. இங்கு இந்த ஏரியினை தேக்கியாகக் கருதலாம்.

ஒரு குவளையில் உள்ள சூடான தேநீர் திறந்த வெளியில் உள்ளபோது அது சூழலுடன் வெப்பச் சமநிலையை அடைகிறது. ஆனால் சூழலின் வெப்பநிலையில் குறிப்பிடத்தக்க எந்த மாற்றமும் ஏற்படவில்லை. எனவே சூழலை இங்கு தேக்கியாகக் கருதலாம். வெப்ப இயந்திரத்தை பின்வருமாறு வரையறை செய்யலாம்.

வெப்பத்தை உள்ளீடாகப் பெற்று, சுழற்சி நிகழ்வை மேற்கொள்வதன் மூலம் அவ்வெப்பத்தை வேலையாக மாற்றும் ஒரு கருவியே வெப்ப இயந்திரம் ஆகும் ஒரு வெப்ப இயந்திரத்திற்கு மூன்று பகுதிகள் உள்ளன அவை

1. வெப்ப மூலம்
2. செயல்படுபொருள்
3. வெப்ப ஏற்பி

ஒரு வெப்ப இயந்திரத்தின் திட்ட வரைபடம்

1. வெப்ப மூலம் இது இயந்திரத்திற்கு வெப்பத்தை அளிக்கும். இதனை எப்போது உயர் வெப்பநிலையிலேயே  $T_H$  வைத்திருக்க வேண்டும்.
2. செயல்படு பொருள் - இது வாயு அல்லது தண்ணீர் போன்ற ஒரு பொருளாகும். இது அளிக்கப்படும் வெப்பத்தை வேலையாக மாற்றும்.

வெப்ப இயந்திரத்திற்கான ஓர் எளிய உதாரணம் நீராவி இயந்திரமாகும். பழங்காலத்தில் இரயில் வண்டிகளை இயக்க இந்நீராவி இயந்திரம் பயன்பட்டது. இதில் செயல்படு பொருளாக தண்ணீர் பயன்பட்டது. இது எரியும் நிலக்கரியிலிருந்து வெப்பத்தை பெற்று நீரை நீராவியாக மாற்றும். இந்த நீராவி இரயில் வண்டியின் சக்கரத்தைச் சுழற்றி இரயில் வண்டியை இயக்கும்.

வெப்ப ஏற்பி வெப்ப இயந்திரம் வேலை செய்தபின் சிறிதளவு வெப்பத்தை ( $Q_L$ ) வெப்ப ஏற்பிக்கு கொடுக்கும். இதனை எப்போதும் தாழ் வெப்பநிலையிலேயே ( $T_L$ ) வைத்திருக்க வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டாக, தானியங்கி இயந்திரங்களில் வெப்ப ஏற்பியாக செயல்படுவது அறைவெப்பநிலையிலுள்ள சுற்றுப்புறச் சூழலாகும். தானியங்கி இயந்திரம் சைலன்ஸர் (புகைபோக்கி)

வழியாக வெப்பத்தை சுற்றுபுறத்திற்கு வெளியேற்றும் வெப்ப சுற்றுபுறத்திற்கு வெளியேற்றும். வெப்ப இயந்திரம் சுழற்சி நிகழ்வில் (Cyclic process) செயல்படுகிறது.

அறைவெப்பநிலையிலுள்ள சுற்றுபுறச் சூழலாகும். தானியங்கி இயந்திரம் சைலன்ஸர் (புகைபோக்கி) வழியாக வெப்பத்தை சுற்றுபுறத்திற்கு வெளியேற்றும். வெப்ப இயந்திரம் சுழற்சி நிகழ்வில் (Cyclic process) செயல்படுகிறது. சுழற்சி நிகழ்வு முடியுற்ற பின்னர் வெப்ப இயந்திரம் தொடக்க நிலைக்கு வரும். வெப்பத்தை வெளியேற்றிய பின்பு வெப்ப இயந்திரம் ஒரு சுற்று முடிந்து அதன் தொடக்க நிலைக்கு வருவதால் வெப்ப இயந்திரத்தின் அக ஆற்றல் மாற்றம் சுழியாகும். ( $\Delta U = 0$ ) ஒரு சுழற்சி நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலைக்கும் (வெளியீடு) ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட வெப்பத்திற்கும் (உள்ளீடு) உள்ள விகிதம் வெப்ப இயந்திரத்தின் பயனுறுதிற்ன் என வரையறை செய்யப்படுகிறது.

செயல்படு பொருளொன்று வெப்ப மூலத்திலிருந்து  $Q_H$  அலகு வெப்பத்தைப் பெற்று  $W$  அலகு வேலை செய்தபின், அது வெப்ப ஏற்பிக்கு அளித்த வெப்பம்  $Q_L$  அலகு என்க.

உள்ளீடு வெப்பம் = செய்யப்பட்ட வேலை + வெளியேற்றப்பட்ட வெப்பம்

$$Q_H = W + Q_L$$

$$W = Q_H - Q_L$$

எனவே வெப்ப இயந்திரத்தின் பயனுறு திறன்

$$\eta = \frac{\text{வெளியீடு}}{\text{உள்ளீடு}} = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$$

இங்கு  $Q_H$ ,  $Q_L$  மற்றும்  $W$  இவை அனைத்தும் நேர்குறியாக உள்ளதை இங்கு கவனிக்கவும். இந்த குறியீட்டு முறையைதான் நாம் இங்கு பின்பற்ற வேண்டும்.

இங்கு  $Q_L < Q_H$  என்பதால் பயனுறுதிற்ன் எப்போதும் 1 ஐவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். இதிலிருந்து ஏற்க்கப்பட்ட வெப்பம் முழுமையாக வேலையாக மாற்றமடையவில்லை என்பதை புரிந்து கொள்ளலாம். வெப்பம் முழுமையாக வேலையாக மாறுவதற்கு சில அடிப்படைக் கட்டுப்பாடுகளை வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம்விதி அளிக்கிறது. வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதியின் வெப்ப இயந்திரக்கூற்று அல்லது கெல்வின் .:பிளாங்க் கூற்றை பின்வருமாறு வரையறை செய்லாம்.

### கெல்வின் .:பிளாங்க் கூற்று

ஒரு சுழற்சி வெப்ப நிகழ்வில் (Cyclic Process) ஏற்கப்பட்ட வெப்பம் முழுவதையும் வேலையாக மாற்றும் எந்த ஒரு வெப்ப இயந்திரத்தையும் நாம் வடிவமைக்க இயலாது.

இக்கூற்றிலிருந்து 100% பயனுறுதிற்ன் கொண்ட எந்த ஒரு வெப்ப இயந்திரமும் இப்பிரபஞ்சத்தில் சாத்தியம் இல்லை என்பதை நாம் அறிந்து கொள்ளலாம்.

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியின்படி, வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில். கொடுக்கப்பட்ட வெப்பம் முழுவதும் வேலையாக மாற்றமடைகிறது. ( $Q = W$ ) எனில் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியின் கூற்றுக்கு முரணாக உள்ளதா? இல்லை. ஏனெனில் வெப்பநிலை மாறா விரிவு என்பது ஒரு சுழற்சி நிகழ்வு இல்லை (Non - Cyclic process) இந்நிகழ்வுகளின் மட்டுமே வெப்பம் முழுமையாக வேலையாக மாற்றமடைகிறது. ஆனால் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியின் படி சுழற்சி நிகழ்வில் (Cyclic Process) நடைபெறும் நிகழ்வுகளில் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மட்டுமே வேலையாக மாற்றமடைகிறது ( $\eta < 100\%$ ) எனவே அனைத்து வெப்ப இயந்திரங்களும் சுழற்சி நிகழ்வில் இயங்குவதால் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பத்தை முழுமையாக வேலையாக மாற்றுவதில்லை.

### எடுத்துக்காட்டு:

ஒரு வெப்ப இயந்திரம் அதன் சுழற்சி நிகழ்வின் போது 500 து வெப்பத்தை வெப்பமூலத்திலிருந்து பெற்றுக்கொண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட வேலையை செய்த பின்னர் 300 து வெப்பத்தை சூழலுக்கு (வெப்ப ஏற்பிக்கு) கொடுக்கிறது. இந்நிபந்தனைகளின்படி அந்த வெப்ப இயந்திரத்தின் பயனுறு திறனைக் காண்க.

தீர்வு:  
வெப்ப இயந்திரத்தின் பயனுறுதிற்ன்

$$\eta = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$$

$$\eta = 1 - \frac{300}{500} = 1 - \frac{3}{5}$$

$$\eta = 1 - 0.6 = 0.4$$

வெப்ப இயந்திரத்தின் பயனுறுதிற்ன் 40% இதிலிருந்து வெப்ப இயந்திரம் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பத்தில் 40% மட்டுமே வேலையாக மாற்றியுள்ளது என்பதை அறியலாம்.

### கார்ட்னோ இலட்சிய வெப்ப இயந்திரம் (Carnot's Ideal heat engine):

ஒருவெப்ப இயந்திரத்தின் பயனுறுதிற்ன் 100% இல்லைஎனமுந்தியபிரிவில் நாம் பயின்றோம். அவ்வாறு இருக்கும் பட்சத்தில் ஒருவெப்ப இயந்திரத்தின் அதிகபட்சபயனுறுதிற்ன் என்ன? 1824 ஆம் ஆண்டுகார்ட்னோஎன்றபிரெஞ்சுபொறியாளர்,வெப்பமூலம் மற்றும் வெப்பஏற்பிக்கக்கூடியசெயல்முறையில் செயல்படும். மீள் நிகழ்வுவெப்ப இயந்திரம் (Reversible heat engine) அதிகபட்ச பயனுறுதிற்னைப் பெற்றுள்ளது என நிரூபித்தார். இந்த இயந்திரமே கார்ட்னோ இயந்திரம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இரண்டு வெப்பநிலைகளுக்கிடையே சுழற்சி நிகழ்வாக, செயல்படும் மீள்நிகழ்வு இயந்திரம் கார்ட்னோ இயந்திரமாகும்.

கார்ட்னோ இயந்திரம் நான்கு முக்கியப்பாகங்களைப் பெற்றுள்ளது. அவை பின்வருமாறு.

- வெப்ப மூலம்:** மாறா உயர்வெப்பநிலையில் உள்ள வெப்ப மூலமாகும். இதிலிருந்து வெப்பநிலைமாறாமல் எவ்வளவு வெப்பத்தையும் பெற முடியும்.
- வெப்ப ஏற்பி:** மாறாத குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருளாகும். இது எவ்வளவு வெப்பத்தையும் ஏற்றுக்கொள்ளும்.
- வெப்பக்காப்பு மேடை:** முழுமையான வெப்பக் காப்பு பொருளினால் இம்மேடை செய்யப்பட்டிருக்கும். இம்மேடை வழியே வெப்பம் கடத்தப்படாது.
- செயல்படும் பொருள்:** முழுமையான வெப்பம் கடத்தாத சுவர்களையும் முழுமையான வெப்பம் கடத்தும் அடிப்பாகத்தையும் கொண்டுள்ள உருளையில் அடைத்துவைக்கப்பட்டுள்ள நல்லியல்பு வாயுவாகும். வெப்பக் கடத்தா மற்றும் உராய்வற்ற பிஸ்டன் ஒன்று உருளையுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

### என்ட்ரோபி(Entropy)மற்றும் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி:

சமன்பாடுலிருந்து  $\frac{Q_H}{T_H} = \frac{Q_L}{T_L}$  என்றுஅறிந்தோம்.  $\frac{Q}{T}$  என்ற இந்தஅளவுஎன்ட்ரோபிஎன்றுஅழைக்கப்படுகிறது.

வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் மிகமுக்கியப்பண்புகளில் ஒன்றுஎன்ட்ரோபிஆகும்.

இதுஒருநிலைமாறியாகும்.  $\frac{Q_H}{T_H}$  என்பதுவெப்ப மூலத்திலிருந்துகார்ட்னோ இயந்திரம்

பெற்றுக்கொண்டஎன்ட்ரோபி,என்பதுகார்ட்னோ இயந்திரம் வெப்பஏற்பிக்குவெளியேற்றியஎன்ட்ரோபிஆகும். ஒருமீள் நிகழ்வு இயந்திரத்திற்கு (கார்ட்னோ இயந்திரம்) இவ்விரண்டுஎன்ட்ரோபிகளும் சமமாகும்.



எனவே ஒரு முழு சுற்றுக்குகாரனோ இயந்திரத்தின் என்ட்ரோபிமாற்றம் சுழியாகும். இது சமன்பாடு நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. டீசல் மற்றும் பெட்ரோல் இயந்திரங்கள் போன்ற நடைமுறை இயந்திரங்கள் மீள் நிகழ்வு இயந்திரங்கள் அல்ல. அவை என்ற சமன்பாட்டை நிறைவு செய்கின்றன. இதன் அடிப்படையில் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியை வேறுவகையில் கூறலாம்.

”இயற்கையில் நடைபெறும் அனைத்து செயல்முறைகளிலும் (மீளாநிகழ்வுகள்), என்ட்ரோபி எப்போதும் அதிகரிக்கும். மீள் நிகழ்வுகளில் மட்டுமே என்ட்ரோபியின் மதிப்பு மாறாது. இயற்கை நிகழ்வுகள் நடைபெறும் திசையை என்ட்ரோபி தான் தீர்மானிக்கிறது.

நாம் மீண்டும் எற்கெனவே கேட்ட வினாவிற்கு வருவோம்.

ஏன் வெப்பம் எப்போதும் உயர் வெப்பநிலையிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலைக்குப் பாய்கிறது? ஏன் எதிர் திசையில் பாய்வதில்லை? ஏனெனில் வெப்பம் சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ந்த பொருளுக்கு பாயும் போது என்ட்ரோபி உயரும். வெப்பம் குளிர்ந்த பொருளிலிருந்து சூடான பொருளுக்கு பாயும் போது என்ட்ரோபி குறையும். அவ்வாறு என்ட்ரோபி குறைவது வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதிக்கு எதிரானது.

என்ட்ரோபியை ஒரு அமைப்பில் இருக்கும் ”ஒழுங்கற்றத் தன்மையின் அளவீடு” என்றும் அழைக்கலாம். அனைத்து இயற்கை நிகழ்வுகள் நடைபெறும் பொழுதும் ஒழுங்கற்றத் தன்மை எப்போதும் உயர்ந்து கொண்டே செல்லும்.

வாயு அடைத்து வைக்கப்பட்டுள்ள கண்ணாடிக் குடுவை ஒன்றைக் கருதுக. குடுவையின் உள்ளே வாயு இருக்கும் வரை அதன் ஒழுங்கற்றத் தன்மை குறைவு. அவ்வாறு அறை முழுவதும் பரவிய பின்பு அதன் ஒழுங்கற்றத் தன்மை அதிகரிக்கும். வேறுவகையில் கூறுவோமாயின் வாயு கண்ணாடிக் குடுவையில் இருக்கும் வரை அதன் என்ட்ரோபி குறைவு, அதே வாயு அறை முழுவதும் பரவிய பின்னர் அதன் என்ட்ரோபி அதிகம். வாயு மூலக்கூறுகள் குடுவைக்கு மீண்டும் வந்தால் என்ட்ரோபி குறையும். வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியின்படி இந்த நிகழ்வு சாத்தியமல்ல. இதே விளக்கம் தண்ணீரில் பரவும் மைக்கும் பொருந்தும். பேனாமை தண்ணீரில் பரவியவுடன் அதன் என்ட்ரோபி அதிகரிக்கும். பரவிய பேனாமை மூலக்கூறுகள் மீண்டும் ஒன்றிணைந்து மைத்துளியை உருவாக்காது. அனைத்து மீளாநிகழ்வுகளிலும் என்ட்ரோபி உயரும் வண்ணம் இயற்கை நிகழ்வுகள் நடைபெறுகின்றன.

### குளிர்சாதனப் பெட்டி (Refrigerator):

எதிர் திசையில் செயல்படும் ஒரு காரனோ இயந்திரமே குளிர்சாதனப் பெட்டியாகும். செயல்படுபொருள்  $T_L$  என்ற குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள குளிர் பொருளிலிருந்து (வெப்ப ஏற்பி)  $Q_L$  அளவு வெப்பத்தை பெற்றுக் கொள்கிறது. அமுக்கியினால் (Compressor) பொருளின் மீது  $W$  என்ற குறிப்பிட்ட அளவு வேலை செய்யப்பட்டு,  $Q_H$  அளவு வெப்பத்தை வெப்ப மூலத்திற்கு செயல்படுபொருள் வெளியேற்றுகிறது. அதாவது  $T_H$  வெப்பநிலையிலுள்ள சூழலுக்கு வெளியேற்றுகிறது. இதை குளிர்சாதனப் பெட்டிக்குப் பக்கத்தில் நிற்கும் போது வெதுவெப்பான காற்றை உணரலாம். வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியிலிருந்து

$$Q_L + W = Q_H$$

முடிவாக குளிர்சாதனப் பெட்டிமேலும் குளிர்ச்சி அடைகிறது. சூழல் (சமையலறை) அல்லது (வளிமண்டலம்) வெப்பமடைகிறது.

### செயல்திறன் குணகம் (Coefficient of Performance) (COP)

குளிர்சாதனப் பெட்டியின் செயல்திறனை அளவிடுவது செயல்திறன் குணகமாகும் (COP). குளிர் பொருளிலிருந்து பெறப்பட்ட வெப்பத்திற்கு (வெப்ப ஏற்பி) அமுக்கியினால் செய்யப்பட்ட பிற வேலைக்கும் ( $W$ ) உள்ளதாக செயல்திறன் குணகம் என்று வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$COP = \beta = \frac{Q_L}{W}$$

சமன்பாடு இருந்து

$$\beta = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L}$$

$$\beta = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}$$

ஆனால் நாம் அறிந்தபடி  $\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L}$

இச்சமன்பாட்டினைபிரதியிடும்போதுபின்வரும் சமன்பாட்டினைப் பெறலாம்.

$$\beta = \frac{1}{\frac{T_H}{T_L} - 1} = \frac{T_L}{T_H - T_L}$$

குளிர்சாதனப் பெட்டியின் செயல்திறன் குணகத்திலிருந்துபின்வருவனவற்றைநாம் அனுமானிக்கலாம்.

1. COP அதிகமாக இருந்தால் குளிர்சாதனப் பெட்டிசிறப்பாக இயங்கும். ஒருநல்லகுளிர்சாதப்பெட்டியின் (COP)கிட்டத்தட்ட 5 முதல் 6 வரை இருக்கும்.
2. குளிர்சாதனப் பெட்டியின் குளிர்சூட்டும் பகுதியின் (Cooling chamber) வெப்பநிலைக்கும், சூழலின் (அறையின்) வெப்பநிலைக்கும் உள்ளவேறுபாடுகுறையாக இருந்தால்,குளிர்சாதனப்பெட்டியின் COPஅதிகமாக இருக்கும்.
3. குளிர்சாதனப் பெட்டியில் புறவேலை செய்யப்பட்டு,குளிர்ச்சியானபொருளிலிருந்துவெப்பம் எடுக்கப்பட்டு வெப்பமானபொருளுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. புறவேலை இல்லாமல் வெப்பஆற்றல் குளிர்ச்சியானபொருளிலிருந்துவெப்பமானபொருளுக்குப் பாயாது. இதுவெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதிக்குஎதிரானதுஅல்ல. ஏனெனில் வெப்பம் சுற்றுப்புறத்திலுள்ளகாற்றுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. மேலும் மொத்தஎன்ட்ரோபி (குளிர்சாதனப்பெட்டி+ சூழல்) எப்போதும் உயரும்.

குளிர்சாதனப்பெட்டிஒன்றின் COP யானது 3 ஆகும். 200

Jவெப்பத்தைகுளிர்சாதனப்பெட்டியிலிருந்துவெளியேற்றவேண்டுமெனில் எவ்வளவுவேலைசெய்யப்படவேண்டும்?

தீர்வு:

$$COP = \beta = \frac{Q_L}{W}$$

$$W = \frac{Q_L}{COP} = \frac{200}{3} = 66.67 J$$

கோடைக்காலத்தில் நாம் மண்பானைத் தண்ணீரைகுடிக்கப்பயன் படுத்துகிறோம். மண்பானையானதுஅதனுள்ளேஉணர்நப்பட்ட தண்ணீரின் வெப்பநிலையைகுறைக்கிறது. மண்பானையைகுளிர்சாதனப்பெட்டியாகக் (Refrigerator) கருதலாமா? கருதமுடியாது. ஏனென்றால் வெப்பஎந்திரத்திற்கோஅல்லதுகுளிர்சாதனப்பெட்டிக்கோசுழற்சிநிகழ்வு(Cyclic process) மிகமுக்கியதேவைஆகும். மண்பானையில் நடக்கும் குளிர்விக்கும் நிகழ்வானதுஒருசுழற்சிநிகழ்வல்ல. பண்பானைசுவற்றில் உள்ளநுண்ணியதுளைகளிலிருந்துநீர் மூலக்கூறுகள் வெளியேறுவதால் உள்ளிருக்கும் நீரானதுகுளிர்விக்கப்படுகிறது. நீர் மூலக்கூறுகள் துளைவழியாகசுற்றுப்புறசூழலுக்குவெளியேறியபின் திரும்பவும் பண்பானைக்குள் வருவதில்லை. மண்பானையில் வெப்பமானதுகுளிர்ந்தநீரிலிருந்து. வெளிப்புறவளிமண்டலத்துக்குகடத்தப்பட்டாலும். இதுவெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதிக்குமுரணாக இல்லை. ஏனெனில் மண்பானைக்குள் இருக்கும் (தண்ணீர் + வெளிப்புறவளிமண்டலம்) சேர்ந்தஒருவெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பாககருதினால் இதன் என்ட்ரோபிஎப்போதும் அதிகரிக்கிறது.

#### பசுமை இல்லவிளைவு (Green house effect)

புவியில் மனிதன் உயிர் வாழ்வதற்குபுவியைச் சூழ்ந்துள்ள வளிமண்டலத்தின் பங்குஅளப்பறியதுவளிமண்டலத்தின் மேற்பகுதியின் வெப்பநிலை-19°C அதன் அடிப்பகுதியின்

வெப்பநிலை+14°C.

வளிமண்டலத்தில்

மேற்பரப்பிலிருந்து அடிப்பரப்புக்குவரும்போது வெப்பநிலை 33°C அளவுக்கு உயருகின்றது. இதற்குக் காரணம் வளிமண்டலத்திலுள்ள சிலவாயுக்களாகும். இவ்வாயுக்களுக்கு பசுமை இல்லவாயுக்கள் என்று பெயர், இவ்விளைவிற்கு பசுமை இல்லவிளைவு என்று பெயர்.

பசுமை இல்லவாயுக்களில் முதன்மையானவை CO<sub>2</sub>, நீர் மூலக்கூறு, Ne, He, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, Xe, Kr, ஓசோன் மற்றும் NH<sub>3</sub> போன்றவையாகும். CO<sub>2</sub>, மற்றும் நீர்ம மூலக்கூறினைத் தவிர்த்து மற்ற மூலக்கூறுகள் சொற்ப அளவிலேயே வளிமண்டலத்தில் உள்ளன. சூரியனில் இருந்துவரும் நிறமாலையில் சூரியக்கதிர்வீச்சு கண்ணுருபகுதியில் (Visible region) இருக்கிறது. இக்கதிர்வீச்சுகளைப் பிடிக்கவந்தும் அகச்சிவப்பு கதிர்களாக வெளியிடுகிறது.

CO<sub>2</sub> மற்றும் நீர்ம மூலக்கூறுகள் அகச்சிவப்புக் கதிர்களை நன்கு உட்கவரும். ஏனெனில் அவை நெட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜனுடன் ஒப்பிடும் போது அதிக அதிர்வறுசுதந்திர இயக்கக்கூறுகளைப் பெற்றுள்ளன அவை அகச்சிவப்புக் கதிர்களை உட்கவர்வதால் தான் வளிமண்டலம் வெதுவெதுப்பாக உள்ளது.

1900 இல் இருந்து மனிதனின் செயல்பாடுகளால் வளிமண்டலத்திலுள்ள CO<sub>2</sub> வின் அளவு 20% முதல் 40% வரை அதிகரித்துள்ளது. CO<sub>2</sub> உருவாவதற்கான முதன்மையான மூலம் புதைபடிம எரிபொருள்களை எரிப்பதாகும். உலகம் முழுவதும் தானியங்கி இயந்திரங்களின் பயன்பாடு அதிகரித்திருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். வளிமண்டலத்தில் இந்த CO<sub>2</sub> வின் அளவு அதிகரித்திருப்பதால், புவியின் சராசரி வெப்பம் 1°C உயர்ந்துள்ளது. இதற்கு உலக வெப்பமயமாதல் (Global warming) என்று பெயர். ஆர்ட்டிக் மற்றும் அண்டார்டிக் பகுதிகளில் உள்ள பனிப்பாறைகள் உருகுவதற்கு இந்த உலக வெப்பமயமாதலே காரணமாகும். மேலும் CO<sub>2</sub> வின் அளவு கடலிலும் அதிகரித்துள்ளது. இது கடல்வாழ் உயிரினங்களுக்கு மிகவும் ஆபத்தானதாகும்.

CO<sub>2</sub> உடன் சேர்த்து மற்றொரு மிக முக்கியமான பசுமை இல்லவாயு குளோரோபுளோரோகார்பனாகும் (CFC) இது குளிர்சாதப்பெட்டிகளில் குளிர்விப்பானாக உலகம் முழுவதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மனிதன் உருவாக்கும் பசுமை இல்லவாயுக்கள் 55 சதவீதம் CO<sub>2</sub>, 24 சதவீதம் CFC வாயுக்கள், 6 சதவீதம் நெட்ரஜன் ஆக்ஸைடு மற்றும் 15 சதவீதம் மீத்தேன் ஆகும். ஊசு வாயுக்கள் ஓசோன் படலத்தில் அதிக பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

CO<sub>2</sub>, மற்றும் CFC வாயுக்களின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கான முயற்சிகளில் உலகிலுள்ள பல்வேறு நாடுகள் ஈடுபட்டுள்ளன. புதைபடிம எரிபொருள்களுக்கு மாற்றாக புதைபடிமற்ற எரிபொருள்களை தானியங்கி எந்திரங்களில் பயன்படுத்துவதற்கான ஆராய்ச்சிகள் தொடர்ந்து நடைபெற்று வருகின்றன. வளர்ச்சியடைந்த நாடுகளான ருஷ்ய மற்றும் ஐரோப்பிய யூனியன் நாடுகள் பெருமளவு CO<sub>2</sub> ஐ வெளியிடுகின்றன.

2020 க்குள் CO<sub>2</sub>, உமிழ்வை பெருமளவு குறைப்பதற்காக உலக நாடுகளுக்கிடையே பல்வேறு ஒப்பந்தங்கள் போடப்பட்டுள்ளன. இருப்பினும் உலக வெப்பமயமாதல் ஒரு தீங்கு விளைவிக்கும் நிகழ்வு என பெரும்பாலான நாடுகள் உணரவில்லை.

## Light

### 7 வதுஅறிவியல் -III

#### அலகு - 1 ஒளியியல்

தாவரங்களுக்கு முக்கிய ஆற்றல் மூலமாகத் திகழ்வது சூரிய ஒளி ஆகும். எனவே, தாவரங்கள் பெரும்பாலும் சூரிய ஒளியைச் சார்ந்துள்ளன. மனிதர்களும் விலங்குகளும் தாம் உண்ணும் உணவிலிருந்து கார்போஹைட்ரேட், புரதம் மற்றும் கொழுப்பு ஆகிய ஊட்டச்சத்துகளைப் பெற்றுக் கொள்கின்றன. தாவரங்கள் சூரிய ஒளி, காற்றில் உள்ள கார்பன் - டை ஆக்சைடு மற்றும் புவியில் உள்ள நீர் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கை என்னும் நிகழ்வு மூலம் உணவைத் தயாரித்துக் கொள்கின்றன. தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்விற்கு சூரிய ஒளி மிகவும் அவசியம் ஆகும்.



#### ஒளி மூலங்கள்

ஒளியை உமிழும் பொருள்கள், ஒளி மூலங்கள் எனப்படும். ஒளியைப் பல்வேறு மூலங்கள் தருகின்றன. ஒளியின் மூலங்களை இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. இயற்கை ஒளிமூலம்
2. செயற்கை ஒளிமூலம்

#### இயற்கை ஒளிமூலம்

இயற்கையாகவே ஒளியை உமிழும் பொருட்கள் இயற்கை ஒளிமூலங்கள் எனப்படுகின்றன. சூரியன் ஒரு முதன்மையான இயற்கை ஒளிமூலம் ஆகும். வானில் மின்னும் நட்சத்திரங்களும், சூரியனைப் போன்றே ஒளியை உருவாக்குகின்றன எனினும் நட்சத்திரங்கள் சூரியனிடமிருந்து வெகு தொலைவில் உள்ளதால், அவை தரும் ஒளியின் அளவு குறைவாக உள்ளது. இரவில் சந்திரன் ஒளியைத் தருகிறது. சில உயிரினங்களும் ஒளியை உமிழும் தன்மையை பெற்றிருக்கின்றன. இப்பண்பு உயிரினங்களின் “உயிரி ஒளிர்்தல்” என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதற்குக் காரணம் அவ்வகை உயிரினங்களில் ஏற்படும் வேதி மாற்றங்களே ஆகும். மின் மினிப் பூச்சி, ஜெல்லி மீன், சில ஆழ்கடல் தாவரங்கள் மற்றும் சில நுண்ணுயிர்கள் இயற்கையாகவே ஒளியை உமிழ்கின்றன.

#### செயற்கை ஒளிமூலம்

இயற்கை ஒளிமூலங்கள் போன்று அல்லாமல், ஒளியைச் செயற்கையாக உமிழும் பொருள்கள் செயற்கை ஒளி மூலங்கள் எனப்படும். எரியும் மெழுகுவர்த்தி சுடர் எரி விளக்கு, நியான் விளக்கு, சோடியம் ஆவி விளக்கு போன்றவை செயற்கை ஒளி மூலங்களுக்கு உதாரணங்கள் ஆகும். செயற்கையாக ஒளியை உமிழும் ஒளி மூலங்களை மூன்று விதமாக வகைப்படுத்தலாம் அவை பின்வருமாறு:

1. வெப்ப ஒளி மூலங்கள்: சில பொருள்களை அதிக வெப்பநிலையில் வெப்பப்படுத்தும் போது அவை ஒளியை உமிழத் தொடங்குகின்றன. அதிக சூடான இரும்புக் கம்பி சிவப்பு நிற ஒளியை உமிழ்கிறது.  
எடுத்துக்காட்டு: எரியும் மெழுகுவர்த்தி வெண்குடர் எரி விளக்கு போன்றவை.
2. வாயுவிறக்க ஒளி மூலங்கள்: மின்சாரத்தைக் குறைந்த அழுத்தம் கொண்ட சில வாயுக்களின் வழியே செலுத்தும்போது, அவ்வாயுக்களின் வழியே மின்னிறக்கம் ஏற்பட்டு ஒளியை உருவாக்குகிறது.  
எடுத்துக்காட்டு: நியான் விளக்கு, சோடியம் ஆவி விளக்கு போன்றவை.

நாம் வீட்டில் பயன்படுத்தும் குழல் விளக்கு (tube light) ஒரு வகையான வாயுவிறக்க ஒளி மூலம் ஆகும். இது ஒளிர்ந்தலின் மூலம் நமக்குக் கண்ணுரு ஒளியைத் தருகிறது. குழாயின் வழியே செல்லும் மின்னோட்டம், பாதரச ஆவியைத் தூண்டி குறைந்த அலைநீளம் கொண்ட புற ஊதாக் கதிர்களை உருவாக்குகிறது. இக்கதிர்கள் குழாயின் உட்பகுதியில் பூசப்பட்ட பாஸ்பரஸின் மேல் விழுந்து குழல் விளக்கை ஒளிரச் செய்கின்றன.



### ஒளியின் பண்புகள்

இப்பகுதியில், ஒளியின் பண்புகளை ஆய்வு செய்வோம். ஒளியின் சில அடிப்படைப் பண்புகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

- ❖ ஒளியின் நேர்க்கோட்டுப் பண்பு
- ❖ ஒளியின் எதிரொளித்தல் பண்பு
- ❖ ஒளியின் வேகம்
- ❖ பொருள்களோடு ஒளியின் செயல்பாடு
  - ஒளி ஊடுருவும் தன்மையைப் பொருத்து பொருள்களின் வகைகள்
  - நிழல்களின் உருவாக்கம்
  - சமதள ஆடி மற்றும் பிம்பங்கள்
- ❖ நிறமாலை

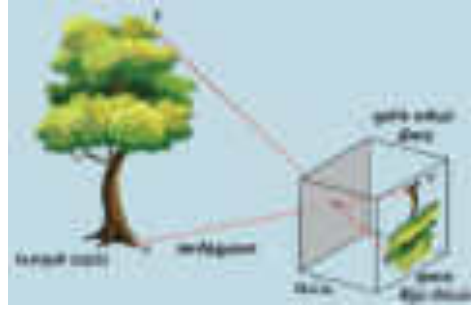
### ஒளியின் பாதை

#### ஒளி எவ்வாறு செல்கிறது?

- அடர்ந்த காடுகளில், மரங்களின் கிளைகளின் வழியே சூரிய ஒளி ஊடுருவிச் செல்வதை பார்த்திருக்கிறாயா?
- உன் வீட்டின் சிமெண்ட் சுவர் சிறு துளைகளின் வழியே சூரிய ஒளி வருவதை பார்த்திருக்கிறாயா?
- லேசர் விளக்கின் ஒளி வழியே செல்வதைப் பார்த்திருக்கிறாயா?

### ஊசித்துளை காமிரா

ஊசித்துளை காமிரா என்பது ஒளியின் நேர்க்கோட்டுப்பண்பினை புரிந்துகொள்ள உதவும் எளிமையான ஒரு கருவி ஆகும்.

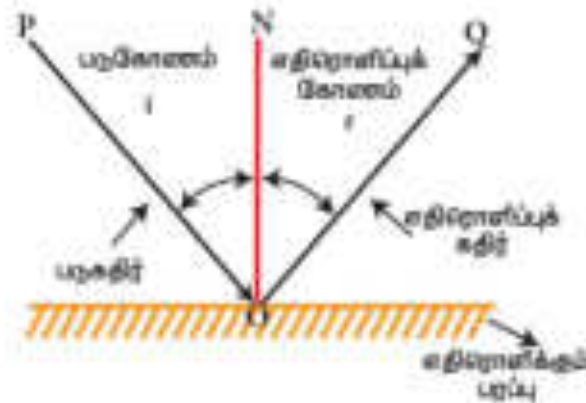


மேலே காட்டப்பட்டுள்ள படம், ஒரு ஊசித்துளை காமிராவின் மாதிரியைக் காட்டுகிறது. 'O' என்பது சிறிய ஊசியால் போடப்பட்ட ஒரு துளை ஆகும். XY என்பது பொருளைக் குறிக்கிறது மற்றும் Y'X' என்பது XY இன் பிம்பத்தைக் குறிக்கிறது. ஒளியானது நேர்க்கோட்டில் செல்வதால் X லிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர் XO வழியாக வந்து திரையில் X' ஐ வந்தடைகிறது. அதே போன்று Y யிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர் YO வழியாக வந்து திரையில் Y'ஐ வந்தடைகிறது. இவ்வாறு X மற்றும் Y இடையிலிருந்து வரும் கதிர்கள் திரையில் Y' மற்றும் X' இவற்றிற்கிடையே வந்தடைகின்றன. திரையில் தோன்றும் Y'X' என்பது XY ன் பிம்பம் ஆகும். திரையில் தோன்றும் Y'X' என்ற பிம்பம் தற்காலிகமானது. திரைக்குப் பதிலாக புகைப்படத் தகட்டைப் பயன்படுத்தினால் நிரந்தரமான பிம்பம் நமக்குக் கிடைக்கும்.

### எதிரொளிப்பு

ஒரு முகம் பார்க்கும் கண்ணாடி நமது முகத்தைப் பிரதிபலிக்கிறது. அசைவில்லாத நீர் நிலையின் பரப்பு, சுற்றியுள்ள காட்சிகளைப் பிரதிபலிக்கிறது. கண்ணாடியில் நம் முகத்தைப் பார்க்கும்போது, முகத்திலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் கண்ணாடியின் பரப்பின் மேல் பட்டு மீண்டு வருகிறது. ஒளிக்கதிர்கள் எவ்வாறு பிரதிபலிக்கப்படுகின்றன.

ஒளியின் எதிரொளிப்பில் பயன்படுத்தப்படும் வரையறைகள்



**படுகதிர்:** எதிரொளிக்கும் பரப்பில் படும் ஒளிக்கதிர் படுகதிர் எனப்படும். படத்தில் PO என்பது படுகதிர் ஆகும்.

**எதிரொளிப்புக் கதிர்:** எதிரொளிக்கும் பரப்பில் படுகதிர் விழும் புள்ளியிலிருந்து மீண்டு வரும் கதிர் எதிரொளிப்புக்கதிர் எனப்படும். படத்தில் OQ என்பது எதிரொளிப்புக்கதிர் ஆகும்.

**படுபுள்ளி:** எதிரொளிக்கும் பரப்பில் எப்புள்ளியில் படுகதிர் விழுகிறதோ அப்புள்ளி படுபுள்ளி எனப்படும். படத்தில் 'O' என்பது படுபுள்ளி ஆகும்.

**குத்துக்கோடு:** படுபுள்ளியின் வழியாக எதிரொளிக்கும் பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக வரையப்படும் கோடு குத்துக்கோடு எனப்படும். படத்தில் ON என்பது குத்துக்கோடு ஆகும்.

**படுகோணம்:** படுகதிர் 'PO' -ற்கும் குத்துக்கோடு ON -ற்கும் இடையே உள்ள கோணம் படுகோணம் ஆகும். படுகோணம் 'i' எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

**எதிரொளிப்புக்கோணம்:** எதிரொளிப்புக்கதிர் OQ -ற்கும், குத்துக்கோடு ON -ற்கும் இடையே உள்ள கோணம் எதிரொளிப்புக்கோணம் ஆகும். எதிரொளிப்புக்கோணம் 'r' எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

**ஒளி எதிரொளிப்பு விதிகள்**

1. படுகோணமும் (i) எதிரொளிப்புக் கோணமும் (r) சமம்

$$i = r$$

2. படுகதிர், குத்துக்கோடு மற்றும் எதிரொளிப்புக்கதிர் ஆகியவை ஒரே தளத்தில் அமையும்.

**ஒளியின் வேகம்**

இருட்டறை ஒன்றில் ஒரு மின்விளக்கை ஒளிர விடும்போது ஒளியானது (வெளிச்சம்) அறை முழுவதும் உடனடியாகப் பரவுகிறது. ஒளியானது, வேகமாகப் பயணிப்பதே, இதற்குக் காரணம். வெற்றிடத்தில் ஒளியானது, நொடிக்கு 3 லட்சம் கி.மீ. தொலைவு செல்லும். ஒளியைவிட வேகமாக எந்த ஒரு பொருளும் பயணிப்பதில்லை.

**ஒளியுடனான பொருள்களின் தொடர்பு**

தெளிவான ஒரு கண்ணாடித் துண்டு ஒரு காகிதம் மற்றும் உலோகத்தாலான ஒரு தாள் ஆகியவற்றை எடுத்துக்கொள்க. ஒவ்வொரு பொருளின் ஒரு பக்கத்தில் ஒளியைச் செலுத்தவும். ஒளியானது பொருளின் வழியே ஊடுருவி மறுபுறத்தில் வருகிறதா? இல்லையா? எனச் சோதிக்கவும். தெளிவான கண்ணாடித்துண்டின் மறுபக்கம் வெளிச்சம் வருவதைக் காண முடிகிறது அதே சமயம் காகிதத்தின் மறுபக்கம் மங்கலான வெளிச்சமும் உலோகத்தாளின் மறுபக்கம் ஒளி எதுவும் வரவில்லை என்பதையும் அறியலாம்.

உட்புகுதிறனைப் பொருத்துப் பொருள்களின் வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

**ஒளி ஊடுருவும் பொருள்கள்:**

ஒளி முழுவதும் தன் வழியே அனுமதிக்கும் பொருள்கள் ஒளி ஊடுருவும் பொருள்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

## உதாரணம்

கண் கண்ணாடிகள், தூய கண்ணாடிக் குவளை, தூய நீர், பேருந்தின் முகப்புக் கண்ணாடி.

## பகுதி ஊடுருவும் பொருள்கள்

ஒளியைப் பகுதியாகத் தன் வழியே செல்ல அனுமதிக்கும் பொருள்கள், பகுதி ஊடுருவும் பொருள்கள் எனப்படும். சொரசொரப்பான சன்னல் கண்ணாடியின் பின்புறம் நிற்கும் ஒருவரின் பிம்பத்தைத் தெளிவாக நம்மால் காண இயலாது. ஏனெனில் சொரசொரப்பான கண்ணாடி அவரிடமிருந்து வரும் ஒளியின் ஒரு பகுதியை மட்டுமே அனுமதிக்கிறது.

## ஒளி ஊடுருவாப் பொருள்கள்:

ஒளியைத் தன் வழியே முழுவதுமாக அனுமதிக்காத பொருள்கள் ஒளி ஊடுருவாப் பொருள்கள் எனப்படும். கட்டடச் சுவர், கெட்டி அட்டை, கல் போன்றவை ஒளி ஊடுருவாப் பொருள்களுக்கு உதாரணங்கள் ஆகும்.

## நிழல்கள்

### நிழல்கள் எவ்வாறு உருவாகின்றன?

ஒளி ஊடுருவாப் பொருள், ஒளியைத் தன் வழிச் செல்ல அனுமதிப்பதில்லை என்பதை நாம் அறிந்தோம். ஒளியானது நேர்க்கோட்டில் மட்டுமே பயணிக்கும். அது தன் பாதையில் உள்ள பொருளைச் சுற்றி வளைந்து செல்லாது. எனவே, நிழல்கள் உருவாகின்றன. நிழல்கள் எப்போதும் ஒளி மூலத்திற்கு எதிர்த்திசையில் உருவாகும். ஒளிபுகாப்பொருள்கள் தம் தன் மீது விழும் ஒளியை மேலும் பரவாமல் தடுத்து விடுவதால் நிழல்கள் உருவாகின்றன.

### நிழலின் பகுதிகள்

ஒரு புள்ளி மூலத்திலிருந்து வரும் ஒளியின் பாதையில் ஓர் ஒளிப்புகாப்பொருளை வைக்கும்போது, ஒரே சீரான கருமையான நிழல் மட்டும் திரையில் தோன்றும். இதுவே கருநிழல் எனப்படும். ஒரு அகன்ற ஒளிமூலத்திலிருந்து, வரும் ஒளியின் பாதையில் ஓர் ஒளிபுகாப்பொருளை வைக்கும்போது, சிறிய கருநிழல் தோன்றும். கருநிழலைச் சுற்றிலும் ஓரளவு ஒளியூட்டப்பட்ட நிழல் பகுதி தோன்றுகிறது. இதுவே புறநிழல் எனப்படும். புறநிழல் பகுதியானது கருநிழலுக்கு அருகில் கருமையாகவும், வெளிப்பகுதியை நோக்கிச் செல்ல செல்ல பொலிவுமிக்கதாகவும் அமையும்.

### நிழலின் பண்புகள்:

1. எல்லாப் பொருள்களும் நிழல்களை உருவாக்குவதில்லை. ஒளி ஊடுருவாப் பொருள்கள் மட்டுமே நிழல்களை உருவாக்குகின்றன.
2. நிழல்கள் எப்பொழுதும் ஒளி மூலம் இருக்கும் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் உருவாகும்.



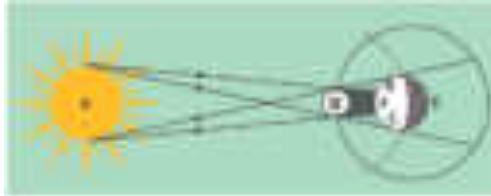
3. ஒரு பொருளின் நிழலைக் கொண்டு அப்பொருளின் தன்மையைக் கண்டறிய இயலாது.
4. ஒரு பொருளின் நிறம் எதுவாக இருப்பினும் அப்பொருளின் நிழல் எப்பொழுதும் கருமையாகவே தோன்றும்.
5. ஒளி மூலம் ஒளி ஊடுருவாப்பொருள் மற்றும் நிழல் ஆகிய மூன்றும் ஒரே நேர்க்கோட்டில் அமையும்.
6. ஒரு பொருளின் நிழலின் அளவானது, ஒளிமூலம் மற்றும் பொருளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவு; பொருள் மற்றும் திரைக்கு இடையே உள்ள தொலைவு ஆகியவற்றைச் சார்ந்துள்ளது.

### கிரகணங்கள்

ஒளியின் முன்னிலையில் ஏதேனும் ஒரு வானியல் பொருள் பகுதியாகவோ முழுவதுமாக மற்றொரு வானியல் பொருளால் மறைக்கப்படும் போதே கிரகணம் தோன்றுகிறது. இவ்வாறு ஒளியின் நேர்கோட்டுப் பண்பின் காரணமாகச் சூரிய மற்றும் சந்திர கிரகணங்கள் நிகழ்கின்றன.

### சூரிய கிரகணம்

சூரியனுக்கும் புவிக்கும் இடையே சந்திரன் சுற்றி வரும்போது, சூரிய கிரகணம் நிகழ்கிறது. சூரிய கிரகணத்தின் போது, சந்திரனின் நிழல் ஆனது, புவியின் மேல் (படத்தில் உள்ளவாறு A ல் விழுகிறது) எனவே, புவியில் A என்ற பகுதியில் இருப்பவர்களால் சூரியனைக் காண இயலாது. இதுவே சூரிய கிரகணம் என அழைக்கப்படுகிறது. அதே போன்று புவியின் B மற்றும் C என்ற பகுதியில் (படத்தில் உள்ளவாறு) இருப்பவர்களால் சூரியனைப் பகுதியாகக் காண இயலும்.



சூரிய கிரகணம்

### சந்திர கிரகணம்

சூரியனுக்கும் சந்திரனுக்கும் இடையே புவியானது இருக்கும் பொது சந்திர கிரகணம் நிகழ்கிறது. சூரியனிடமிருந்து வரும் ஒளியை புவியானது தடுத்து விடுகிறது. எனவே, புவியின் நிழலானது சந்திரனின் மேல் விழுகிறது. இதனால் புவியிலிருப்பவர்களுக்கும் சந்திரனை முழுவதுமாகவோ பகுதியாகவோ காண இயலாது. இதுவே சந்திர கிரகணம் எனப்படுகிறது.



சந்திர கிரகணம்

### சமதள ஆடி

சமதள ஆடி என்பது, எதிரொளிப்பின் மூலம் பிம்பத்தை உருவாக்கும் வழவழப்பான ஒரு சமதள பரப்பு ஆகும். ஒரு சமதள ஆடியானது அதன் முன் தோன்றும் பொருளின் பிம்பத்தை உருவாக்கும்.

### ஒளி இழை:

ஒளி இழை என்பது முழு அக எதிரொளிப்புத் தத்துவத்தின் படி செயல்படும் ஒரு சாதனம் ஆகும். இச்சாதனம் மூலம் ஒளி சமிக்கைகளை, (signal) ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் குறைவான நேரத்தில் மிகுந்த ஆற்றல் இழப்பு இல்லாமல் அனுப்ப இயலும். இதனுள், ஒளி சமிக்கைகளை அனுப்பும் வகையில் கண்ணாடி உள்ளகம் கொண்ட ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட, வளையும் தன்மை கொண்ட இழைகளும் உள்ளன. ஒளி இழையினை வளைக்கலாம். மடக்கலாம். ஒளியிழையின் ஒரு முனையில் ஒளியானது விழும்போது, அது கண்ணாடி உள்ளகத்தில் முழு அக எதிரொளிப்பு அடைந்து மறுமுனையில் குறைந்த ஆற்றல் இழப்புடன் வெளிவருகிறது. தரவு அல்லது தகவல் ஒளியியல் துடிப்புகளாக, ஒளி இழையின் மூலம் அனுப்பப்படுகிறது. ஒளி இழைகள் கேபிள் தொலைத்தொடர்பு அகன்ற அலைவரிசை தொடர்புச் சாதனங்கள் போன்ற அதிவேக தொடர்பு அனுப்புகைகளில் பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுகிறது. தொலைத்தொடர்புக்கு முன்னர் பயன்படுத்திய தாமிரக்கம்பியிலான வடத்திற்கு மாற்றாக இப்பொழுது ஒளியிழைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தாமிரக்கம்பியிலான வடத்தைவிட ஒளியிழை வடத்தின் மூலம் அதிக அளவு தகவல்களை அனுப்ப முடியும்.



### மெய் மற்றும் மாயபிம்பம்

ஊசித்துளைக் காமிரா மற்றும் ஆடியில் தோன்றும் பிம்பங்களைப் பார்த்தோம். இவ்விருண்டிலும் தோன்றிய பிம்பங்களுக்கு இடையேயான வேறுபாடு என்ன?

முதலில் ஊசித்துளைக் காமிராவில், பொருளின் பிம்பம் திரையில் விழுகிறது ஆடியில் உருவாகும் பொருளின் பிம்பத்தைத் திரையில் வீழ்த்த முடியாது.

திரையில் வீழ்த்தப்படும் பிம்பங்கள் மெய் பிம்பம் எனவும் திரையில் வீழ்த்த முடியாத பிம்பங்கள் மாய பிம்பம் எனவும் கூறப்படுகின்றன.

மேலும், ஊசித்துளைக்காமிராவில் பெறப்படும் பிம்பம் தலைகீழானது. ஆடியில் தோன்றும் பிம்பம் நேரானது.

### சமதள ஆடியில் தோன்றும் பிம்பங்களின் பண்புகள்

- சமதள ஆடியில் தோன்றும் பிம்பம் நேரானது
- சமதள ஆடியில் தோன்றும் பிம்பம் மெய்பிம்பம் ஆகும்.
- சமதள ஆடியில் தோன்றும் பிம்பமும் பொருளும் ஒரே அளவில் இருக்கும்.
- சமதள ஆடியிலிருந்து, பொருள் இருக்கும் தொலைவும், பிம்பம் தோன்றும் தொலைவும் சமம்.
- சமதள ஆடியில் தோன்றும் பிம்பம் இடவலமாற்றம் பெறும்.

## நிறங்கள்

ஒளி என்பது ஆற்றலின் ஒரு வடிவம். அது நம் கண்ணின் விழித்திரையைத் தூண்டி பார்வையை ஏற்படுத்துகிறது. கண்ணூறு ஒளி என்பது பல்வேறு நிறங்களைக் கொண்டது. ஒவ்வொரு நிறமும், குறிப்பிட்ட ஓர் அலை நீள மதிப்பைக்கொண்டது. கண்ணூறு ஒளியின் அலைநீள நெடுக்கம் ஆனது 400 நேனோ மீட்டர் முதல் 700 நேனோ மீட்டர் வரை மதிப்பு உடையது. (1 நேனோ மீட்டர் =  $10^{-9}$  மீட்டர்) கண்ணூறு ஒளியின் பட்டை VIBGYOR எனப்படுகிறது.

V - Violet	-	ஊதா
I - Indigo	-	கருநீலம்
B - Blue	-	நீலம்
G - Green	-	பச்சை
Y - Yellow	-	மஞ்சள்
O - Orange	-	ஆரஞ்சு
R - Red	-	சிவப்பு

ஊதா நிறம் குறைந்த அலைநீளம் கொண்டது. சிவப்பு நிறம் அதிக அலைநீளம் கொண்டது. குறிப்பிட்ட ஓர் அலைநீளம் கொண்ட நிறம், நம் கண்ணின் விழித்திரையை அடையும்போது, நம் மூளை அந்நிறத்தை உணர்ந்துகொள்கிறது. கண்ணூறு ஒளியின் அனைத்து நிறங்களும் ( ) நம் கண்ணின் விழித்திரையை அடையும் போது, மூளையானது வெண்மையை உணர்கிறது. இதிலிருந்து வெள்ளை என்பது ஒரு நிறம் அல்ல. ஆனால், வெண்மை என்பது கண்ணூறு ஒளியின் அனைத்து நிறங்களின் கலவை ஆகும். அதே போன்று கண்ணூறு ஒளியின் அனைத்து நிறங்களும் இல்லாத இடம் கருமையாக அமையும்.

## முப்பட்டகம் என்றால் என்ன?

முப்பட்டகம் என்பது இரண்டு சமதளப்பரப்புகளுக்கு இடையே குறுங்கோணம் கொண்ட முழுவதும் கண்ணாடி அல்லது பிளாஸ்டிக்கினால் உருவாக்கப்பட்ட பொருள் ஆகும்.



## நியூட்டன் வட்டு

அறிவியல் அறிஞர் நியூட்டன், பல வண்ணங்களைக் கலப்பதன் மூலம் வெள்ளை நிறத்தை உருவாக்கும் அமைப்பு ஒன்றை உருவாக்கினார். இந்த அமைப்பு நியூட்டன் வட்டு எனப்படுகிறது. ஒரு வட்ட வடிவ அட்டை ஒன்றினை, ஏழு சம வட்ட கோணப் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு பிரிவிலும் முறையே சிவப்பு, மஞ்சள், ஆரஞ்சு, பச்சை, நீலம் கரு நீலம் மற்றும் ஊதா வண்ணங்கள் இடப்பட்டிருக்கும்.

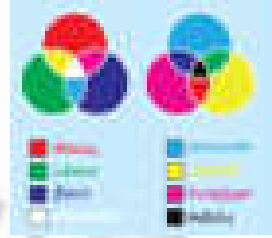
நியூட்டன் வட்டினை அதன் மையம் வழியேச் செல்லும் அச்சினைப் பொருத்து வேகமாகச் சுழற்றும் போது, நம் கண்ணின் ரெட்டினா வெண்மை நிறத்தை உணர்த்துகிறது. நியூட்டன் வட்டு மூலம், வெண்மை நிறம், ஏழு வண்ணங்களை (VIBGYOR) உள்ளடக்கியது என அறிய முடியும்.

வெள்ளை நிறம் உடைய துணி ஒன்று, வெள்ளை நிற ஒளியை எதிரொளிக்கும். வெள்ளை ஒளியானது, பல வண்ணங்களின் தொகுப்பு என்பதை நாம் அறிவோம். ஒரு வெள்ளைச் சட்டையை ஒரு மஞ்சள் நிற ஜெலட்டின் காகிதத்தைக் கொண்டு பார்க்கும் போது, அச்சட்டையானது மஞ்சள் நிறத்தில் தோன்றும். இதிலிருந்து நாம் அறிந்து கொள்வது என்ன? மஞ்சள் நிற ஜெலட்டின் காகிதம் மஞ்சள் நிறத்தைத் தவிர மற்ற நிறங்களைத் தன் வழியே செல்ல அனுமதிப்பதில்லை. இதே போன்று, சிவப்பு மற்றும் நீல நிற ஜெலட்டின் காகிதங்கள் முறையே சிவப்பு மற்றும் நீல வண்ணங்களைத் தவிர மற்ற நிறங்களைத் தன் வழியே செல்ல அனுமதிப்பதில்லை.



### நிறங்களின் தொகுப்பு

நிறங்களின் தொகுப்பு என்பது, இரண்டு அல்லது மூன்று தனித்துவமான நிறங்களை குறிப்பிட்ட ஒரு விகிதத்தில் கலந்து புதிய நிறங்களை உருவாக்குவது ஆகும். அவ்வகையில் சிவப்பு, பச்சை மற்றும் நீலம் ஆகிய மூன்று நிறங்களும் தனித்துவமான நிறங்கள் ஆகும். இவை முதன்மை நிறங்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.



- ஏதேனும் இரண்டு முதன்மை நிறங்களை சமமான விகிதத்தில் கலக்கும்போது, இரண்டாம் நிலை நிறம் கிடைக்கும்.
- மெஜந்தா, சையான் மற்றும் மஞ்சள் ஆகியவை இரண்டாம் நிலை நிறங்கள் ஆகும்.

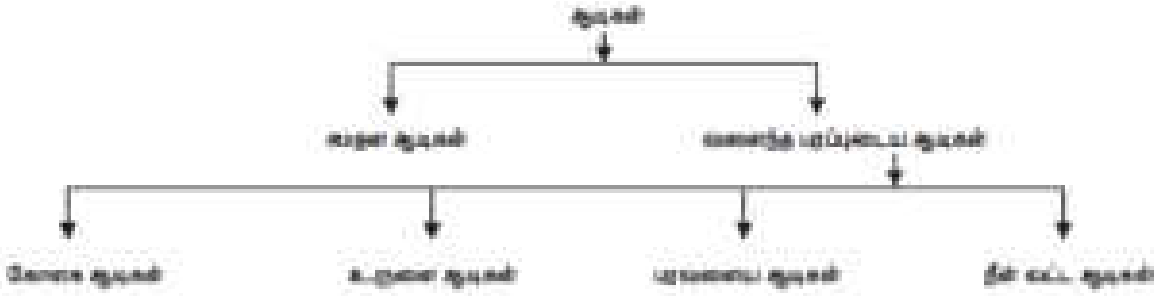
1 சிவப்பு + 1 நீலம் = மெஜந்தா	1 நீலம் + 1 பச்சை = மெஜந்தா	1 பச்சை + 1 மஞ்சள் = மெஜந்தா
1 நீலம் + 1 மஞ்சள் = மெஜந்தா	1 மஞ்சள் + 1 சிவப்பு = மெஜந்தா	1 சிவப்பு + 1 பச்சை = மெஜந்தா
1 சிவப்பு + 1 பச்சை = மெஜந்தா	1 பச்சை + 1 மஞ்சள் = மெஜந்தா	1 மஞ்சள் + 1 சிவப்பு = மெஜந்தா

- முதன்மை நிறங்களைச் சமமான விகிதத்தில் ஒன்றாகக் கலக்கும்போது வெள்ளை நிறம் கிடைக்கிறது.

8<sup>TH</sup> அறிவியல்  
தொகுதி 1  
அலகு- 3  
ஒளியியல்

**ஆடிகளின் வகைகள்:**

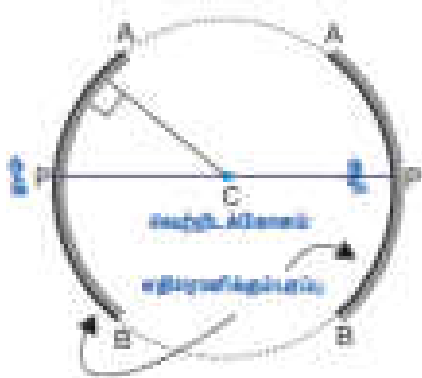
பல்வேறுநோக்கங்களுக்காக அன்றாடம் நாம் ஆடிகளைப் பயன்படுத்துகிறோம். அலங்காரத்திற்காகவும், வாகனங்களில் பின்புறம் வரும் வாகனங்களைக் காண்பதற்காகவும், தொலைநோக்கிபோன்ற அறிவியல் சாதனங்களிலும் ஆடிகளைப் பயன்படுத்துகிறோம். ஒளியை எதிரொளிக்கும் பண்பினைப் பெற்றுள்ள பளபளப்பான ஒளியியல் சாதனமே ஆடி ஆகும். ஆடி என்பது ஒரு புறம் மட்டும் அலுமினியம் அல்லது வெள்ளி முலாம் பூசப்பட்ட கண்ணாடித் துண்டு ஆகும். ஆடிகள், சமதளமற்றும் வளைந்த பரப்புடையவை. கோளக ஆடிகள், உருளை ஆடிகள், பரவளைய ஆடிகள், நீள்வட்ட வடிவ ஆடிகள் ஆகியவை வளைந்த பரப்புடைய ஆடிகளாகும். ஆடியின் வடிவ அமைப்பே அதனால் உருவாகும் பிம்பத்தினைத் தீர்மானிக்கிறது. சமதள ஆடியானது ஒரு பொருளின் சரியான பிம்பத்தினை உருவாக்குகிறது. அதே வேளையில் வளைந்த பரப்பினை உடைய ஆடிகள் பெரிய மற்றும் சிறிய பிம்பங்களை உருவாக்குகின்றன. சமதள ஆடிகளைப் பற்றிக்ீழ் வகுப்புகளில் பயின்றுள்ளீர்கள். பரவளையமற்றும் கோளக ஆடிகளைப் பற்றி இப்பகுதியில் பயில இருக்கிறீர்கள்.



16 ஆம் நூற்றாண்டில் இத்தாலியிலுள்ள வெனிஸ் நகரத்தில் கண்ணாடித் தகட்டின் மீது எதிரொளிக்கும் உலோகத்தை மெல்லிய படலமாகப் பூசும் வழக்கம் நடைமுறையில் இருந்தது. பாதரசம் மற்றும் வெள்ளி உலோகக் கலவையினை இதற்காகப் பயன்படுத்தினர். கண்ணாடித் தகட்டின் மீது உருகிய அலுமினியம் அல்லது வெள்ளி உலோகத்தினை மெல்லிய படலமாகப் பூசி, அதனை ஆடியாகத் தற்போது பயன்படுத்தி வருகிறோம்.

**கோளக ஆடிகள்:**

வளைந்த ஆடிகளின் ஒரு வடிவமே கோளக ஆடிகளாகும். வளைந்த ஆடிகள் ஒரு கோளத்தின் பகுதியாகக் கருதப்பட்டால் அவை "கோளக ஆடிகள்" என அழைக்கப்படுகின்றன. இது ஒரு கோளத்தின் மேற்பரப்பிலிருந்து வெட்டப்பட்ட சிறு பகுதியினைப் போன்று வடிவத்தைக் கொண்டிருக்கும். ஆடியின் ஒரு பகுதியில் வெள்ளிப் பூச்சு பூசப்பட்டுள்ளது. மற்றொரு பகுதியில் ஒளி எதிரொளிப்பு நிகழ்கிறது.

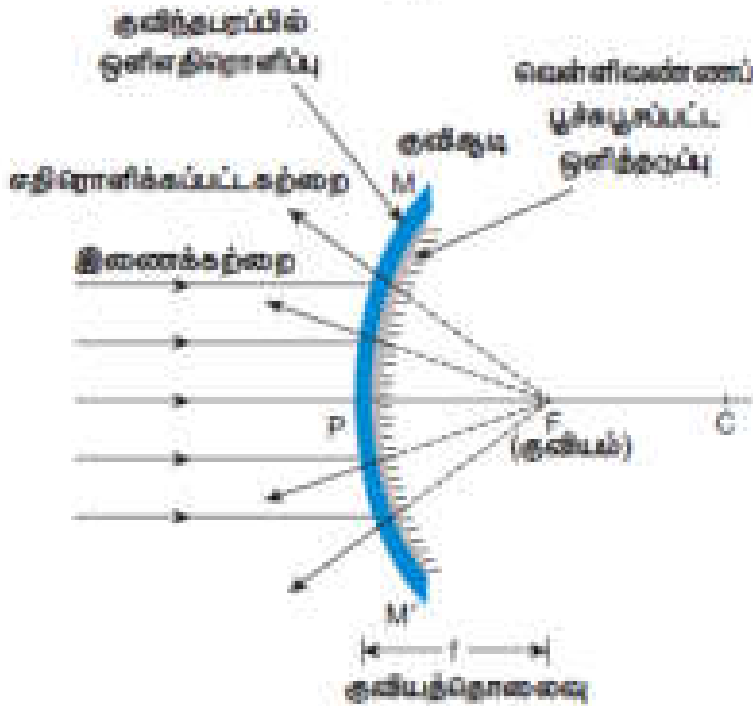
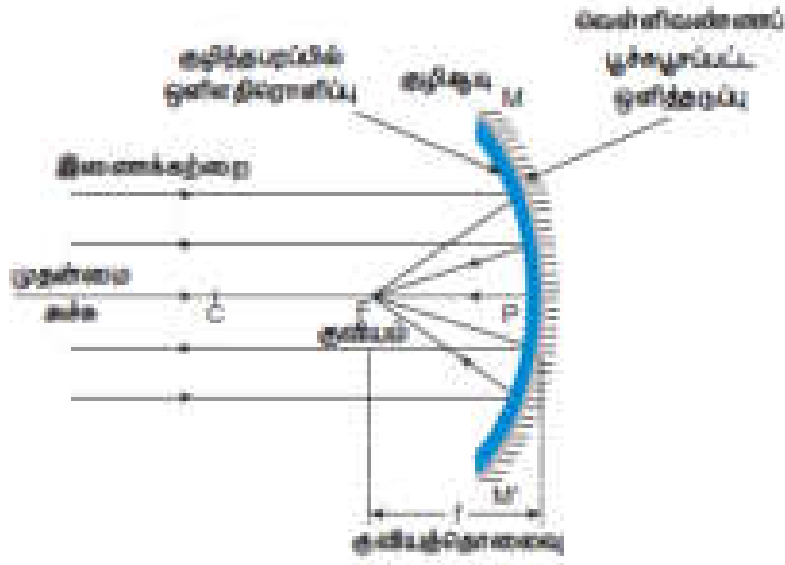


### குழி ஆடி:

கோளகஆடியின் வளைந்தபரப்பில் ஒளிஎதிரொளிப்பானதுநிகழ்ந்தால் அது குழி ஆடி எனஅழைக்கப்படுகிறது. இந்தஆடியின் அருகில் வைக்கப்பட்டபொருளினை இது பெரிதாக்கிக் காட்டும். பொதுவாகஅலங்காரத்திற்காகபயன்படுத்தப்படும் கண்ணாடி, குழி ஆடிக்குஎடுத்துக்காட்டாகும்.

### குவி ஆடி:

கோளகஆடியின் குவிந்தபரப்பில் ஒளிஎதிரொளிப்பானதுநிகழ்ந்தால் அது குவி ஆடி எனஅழைக்கப்படுகிறது. இவ்வகைஆடிகள் பொருளின் அளவைவிடச் சிறியபிம்பத்தினைஉருவாக்கும். சாலைகளில் பின்புறம் வரக்கூடியவாகங்களைக் காண்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஆடிகள்க் குவி ஆடிகள் ஆகும்.



குவி ஆடி பின்புறபார்வைக் கண்ணாடியாகவாகனங்களில் பயன்படுகிறது. “இக்கண்ணாடியில் தோன்றும் பிம்பமானதுஅதன் உண்மைத் தொலைவைவிடஅருகில் உள்ளது”



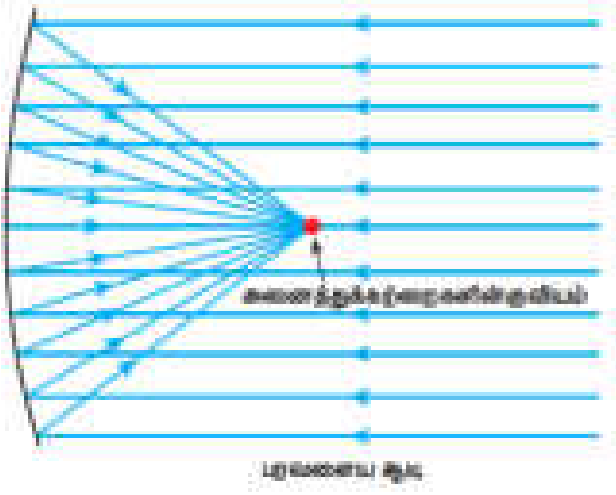
என்ற எச்சரிக்கை வாசகம், அதில் எழுதப்பட்டிருக்கும். அதாவது, பின்புறமுள்ளவாகனத்தின் தொலைவுகண்ணாடியில் உள்ளதுபோல் தூரத்தில் இல்லாமல் அருகில் இருக்கும்.

#### பரவளைய ஆடிகள்:

இது பரவளையத்தைப் போன்றவளைந்த பரப்புடைய ஆடியாகும். இது குழிந்த எதிரொளிக்கும் பரப்பினைக் கொண்டது. இந்தப் பரப்பானது அதன் மீது விழும் ஒளிக்கற்றையை ஒரு புள்ளியில் குவிக்கும்.

இதேபோல், ஒளிக்கதிர்களை உண்டாக்கும் ஒளிமூலத்தினைப் பரவளைய ஆடியின் குவியப்புள்ளியில் வைத்தால், ஒளிக்கதிர்கள் பரவளையப் பரப்பில் பட்டு எதிரொளிக்கும். எதிரொளிக்கப்பட்ட கதிர்கள் ஆடியின் முதன்மை அச்சிற்கு இணையாக ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் விரிந்து செல்லும். இக்கதிர்கள் பொலிவு குறையாமல் மிகநீண்ட தொலைவிற்குப் பயணிக்கும்.

பரவளைய ஆடிகளைப் பரவளைய எதிரொளிப்பான்கள் எனவும் அழைக்கலாம். இவை ஒளி, வெப்பம், ஒலி மற்றும் ரேடியோ அலைகள் போன்றவற்றை அவற்றின் ஆற்றல் குறையாமல் ஆடியின் குவியப்புறத்தில் வீழ்த்தி சேகரிக்கப் பயன்படுகின்றன. இவை எதிரொளிக்கும் தொலைநோக்கிகள், ரேடியோ தொலைநோக்கிகள் மற்றும் நுண்அலை தொலைபேசிக் கருவிகளிலும் பயன்படுகின்றன. மேலும் சூரியச் சமையற்கலன்கள் மற்றும் சூரிய வெப்பச் சூடேற்றி ஆகியவற்றிலும் பயன்படுகின்றன.



கிரிக்கோ-ரோமன் காலத்திலிருந்து பரவளைய ஆடி வேலை செய்யும் தத்துவமானது அறியப்பட்டிருந்தது. கணிதவல்லுநர் டையோகிள்ஸ் எழுதிய “எரிக்கும் ஆடிகள்” என்ற நூலில் இதன் வடிவம் பற்றிய தகவல் இடம் பெற்றுள்ளது. இபின் ஷால் என்று அழைக்கப்படும் இயற்பியலாளர் 10 ஆம் நூற்றாண்டில் பரவளைய ஆடிகளைப் பற்றிக் கற்றறிந்தார். 1888 ஆம் ஆண்டு ஜெர்மன் இயற்பியலாளர் ஹென்ரி ஹெர்ட்ஸ் முதலாவது பரவளைய ஆடியை எதிரொளிக்கும் வானலைவாங்கி (Antenna) வடிவில் வடிவமைத்தார்.

#### கோளக ஆடிகள் தொடர்பான பதங்கள்:

கோளக ஆடிகளால் தோன்றும் பிம்பங்களைப் பற்றி புரிந்து கொள்ள அவை தொடர்பான சில பதங்களை நீங்கள் அறிந்து கொள்ள வேண்டும்.

**வளைவு மையம்:** ஆடி உருவாக்கப்பட்ட கோளத்தின் மையம் வளைவு மையம் ஆகும். இது ஆங்கில எழுத்து C எனக் கதிர் வரைபடங்களில் குறிப்பிடப்படுகிறது. (கோளக ஆடியினால் உருவாக்கப்படும் பிம்பங்களைக் கதிர் வரைபடங்கள் மூலம் குறிப்பிடலாம். இதனைப் பற்றி நீங்கள் மேல் வகுப்பில் பயில உள்ளீர்கள்)

**ஆடி மையம்:** கோளக ஆடியின் வடிவியல் மையம் ஆகும். இது ஆங்கில எழுத்து P எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

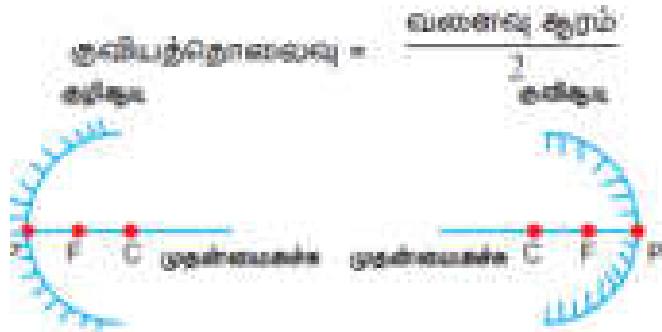
**வளைவுஆரம்:**கோளத்தின் மையத்திற்கும் அதன் முனைக்கும் இடைப்பட்டதொலைவுவளைவுஆரம் ஆகும். இதுஆங்கிலஎழுத்துRஎன்கதிர் வரைபடங்களில் குறிப்பிடப்படுகிறது. (முனை என்பதுஆடியின் பரப்பில் முதன்மைஅச்சானது,ஆடியைச் சந்திக்கும் புள்ளிஆகும். இதுஆடிமையம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது)

**முதன்மைஅச்சு:**ஆடிமையத்தையும் வளைவுமையத்தையும் இணைக்கும் நேர்க்கோடுமுதன்மைஅச்சுஎனப்படும்.

**குவியம்:**ஒருஒளிக்கற்றையானதுகோளகஆடியில் பட்டுஎதிரொளித்த பின் முதன்மைஅச்சில் (குழி ஆடி) குவியும் புள்ளிஅல்லதுமுதன்மைஅச்சிலிருந்து (குவி ஆடி) விரிந்துசெல்வதுபோல் தோன்றும் புள்ளி,முதன்மைக் குவியம் அல்லதுகுவியம் எனஅழைக்கப்படுகிறது. இதுகதிர் வரைபடத்தில் Fஎன்றஎழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. இதனைக் குவியப்புள்ளிஎனவும் அழைக்கலாம்.

குவியத் தொலைவு: ஆடி மையத்திற்கும் முதன்மைக் குவியத்திற்கும், இடைப்பட்டதொலைவுVகுவியதொலைவுஎனப்படும்.

கோளகஆடியின் குவியதொலைவிற்கும்,வளைவுஆரத்திற்கும் இடையேதொடர்புஉள்ளது. வளைவுஆரத்தின் பாதிகுவியதொலைவாகும்.



#### கணக்கீடு 1:

கோளக ஆடி ஒன்றின் வளைவு ஆரம் 20 செ.மீ எனில் அதன் குவியத் தொலைவினைக் காண்க. தீர்வு :

$$\begin{aligned} \text{வளைவு ஆரம்} &= 20 \text{ செ.மீ} \\ \text{குவியத் தொலைவு} &= \frac{\text{வளைவு ஆரம்}}{2} \\ \frac{R}{2} &= \frac{20}{2} = 10 \text{ செ.மீ} \end{aligned}$$

#### கணக்கீடு 2:

கோளக ஆடி ஒன்றின் குவியத் தொலைவு 7 செ.மீஎனில் ஆடியின் வளைவுஆரம் என்ன? தீர்வு:

$$\begin{aligned} \text{குவியத் தொலைவு} &= 7 \text{ செ.மீ} \\ \text{வளைவுஆரம் (R)} &= 2 \times \text{குவியத் தொலைவு} \\ &= 2 \times 7 = 14 \text{ செ.மீ} \end{aligned}$$

#### கோளகஆடிகளில் தோன்றும் பிம்பங்கள்:

கோளகஆடிகளில் தோன்றும் பிம்பங்கள் இரண்டு வகைப்படும். அவை

1. மெய் பிம்பம்
2. மாய பிம்பம்

திரையில் பிடிக்க இயலும் பிம்பம் மெய் பிம்பமாகும். திரையில் பிடிக்க இயலாதபிம்பம் மாயபிம்பமாகும்.

குவியாடியில் எப்போதும் நேரான,அளவில் சிறியமாயபிம்பம் தோன்றும், இதனால் இவ்வகைஆடிகளால் தோன்றும் பிம்பங்களைத் திரையில் வீழ்த்திப் பிடிக்க இயலாது.



குழி ஆடியின் முன் பொருள் வைக்கப்படும் இடத்தைப் பொறுத்து பிம்பத்தின் தன்மையானது தீர்மானிக்கப்படுகிறது. குழி ஆடியின் அருகில் பொருள் வரும்போது ஆடிமையத்தை அடையும் வரை தோராயமாகப் பொருளின் அளவினை அடையும் வரை பிம்பமானது பெரிதாகக் கொண்டே செல்லும். பொருளானது ஆடியை விட்டு விலகிச் செல்ல செல்ல பிம்பத்தின் அளவானது சிறியதாக இருக்கும். முதன்மைக் குவியத்தை அடையும் வரை தொடர்ந்து சிறிய பிம்பத்தை உண்டாக்கும். ஈறிலாத் தொலைவில் பொருளானது வைக்கப்பட்டால் பிம்பமானது முக்கிய குவியத்தில் விழும்.

குவி ஆடியினால் தோன்றும் பிம்பத்தின் அளவு மற்றும் தன்மை கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

குழி ஆடிகள் மெய் பிம்பங்களைத் தோற்றுவிக்கும். இவற்றைத் திரையில் பிடிக்க இயலும். ஆடியின் முன்னர் வைக்கப்பட்ட பொருளின் அமைப்பு, அளவு மற்றும் தன்மையினைப் பொறுத்து பிம்பங்களும் மாறுபடுகின்றன. குவி ஆடிகளைப்போல், குழி ஆடிகள் வெவ்வேறுவகையான பிம்பங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன குழியாடியில் தோன்றும் பிம்பங்களின் தொகுப்பானது கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

**குவி ஆடியில் தோன்றும் பிம்பம்:**

பொருளின் நிலை	பிம்பத்தின் நிலை	பிம்பத்தின் அளவு	பிம்பத்தின் தன்மை
ஈறிலாத் தொலைவில்	F- இல்	புள்ளி அளவு மிகச் சிறியது	நேரான மாய பிம்பம்
ஈறிலாத் தொலைவிற்கும் ஆடி மையத்திற்கும் இடையில்	P- க்கும் F-க்கும் இடையில்	சிறியது	நேரான மாய பிம்பம்

**குழி ஆடியில் தோன்றும் பிம்பம்**

பொருளின் நிலை	பிம்பத்தின் நிலை	பிம்பத்தின் அளவு	பிம்பத்தின் தன்மை
ஈறிலாத் தொலைவில்	F- இல்	மிகவும் சிறியது	தலைகீழான மெய் பிம்பம்
C-க்கு அப்பால்	C-க்கும் F-க்கும் இடையில்	சிறியது	தலைகீழான மெய் பிம்பம்
C - இல்	C- இல்	பொருளின் அளவில் இருக்கும்	தலைகீழான மெய் பிம்பம்
C-க்கும் F-க்கும் இடையில்	C-க்கு அப்பால்	பெரியது	தலைகீழான மெய் பிம்பம்
F - இல்	ஈறிலாத் தொலைவில்	மிகப் பெரியது	தலைகீழான மெய் பிம்பம்
F-க்கும் P - க்கும் இடையில்	ஆடிக்குப் பின்னால்	பெரியது	நேரான மாய பிம்பம்

அட்டவணையை நீங்கள் உற்றுநோக்கினால் குழி ஆடி எப்போதும் தலைகீழான மெய் பிம்பத்தை உருவாக்குகிறது. ஆனால், குவியத்திற்கும் ஆடிமையத்திற்கும் இடையில் பொருள் வைக்கப்படும் பொழுது மட்டும் நேரான மாய பிம்பத்தை ஏற்படுத்துகிறது என்பதை நீங்கள் காண முடியும்.

**வளைந்த பரப்புடைய ஆடியின் பயன்கள்**

**குழி ஆடிகள்**

1. பெரிதான பிம்பத்தை உருவாக்குவதால் அலங்காரக் கண்ணாடியாகவும், முகச் சவரக் கண்ணாடியாகவும் குழி ஆடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
2. ஒளியை நீண்ட தொலைவு பரவச் செய்வதால் டார்ச் விளக்குகள், தேடுவிளக்குகள் மற்றும் வாகனங்களின் முகப்பு விளக்குகள் போன்றவற்றில் குழி ஆடிகள் பயன்படுகின்றன.
3. குழி ஆடிகள் பரந்த பரப்புக்களிலிருந்து ஒளியினைச் சேகரித்து, ஒரு புள்ளியில் குவியச் செய்கின்றன எனவே, இவ்வகை ஆடிகள் சூரிய சமையந்கலன்களில் பயன்படுகின்றன.

4. நிழலை ஏற்படுத்தாமல், பொருள்களை தெளிவாகக் காண்பிப்பதால் மருத்துவர்கள் கண், காது மற்றும் தொண்டைப்பகுதியினை சோதித்துப் பார்ப்பதற்காக அவர்கள் அணிந்திருக்கும் தலைக் கண்ணாடிகளில் குழி ஆடிகள் பயன்படுகின்றன.
5. எதிரொளிக்கும் தொலைநோக்கிகளிலும் குழி ஆடிகள் பயன்படுகின்றன.

குவி ஆடிகள்:

1. வாகனங்களின் பின்புறம் வரும் பிறவாகனங்களைப் பாப்பதற்கு குவி ஆடிகள் பயன்படுகின்றன. மேலும், குவி ஆடிகள் வெளிப்புறமாக வளைந்திருப்பதால் நேரான பிம்பத்தைத் தருவதோடு, அதிக அளவு பின்புறப் பகுதியையும் காண்பிக்கின்றன.
2. மருத்துவமனை, தங்கும் விடுதிகள், பள்ளிகள் மற்றும் அங்காடிகளில் இவை பயன்படுகின்றன. பெரும்பாலும் கட்டடத்தின் குறுகியவளைவுகள் உள்ள சுவர்கள் அல்லது கூரைகளில் இந்த ஆடிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.
3. சாலைகளின் மிகவும் குறுகிய மற்றும் நுட்பமானவளைவுகளில் குவி ஆடிகள் பயன்படுகின்றன.

எல்லாப் பொருள்களாலும் ஒரேமாதிரியான விளைவினை சமதளக்கண்ணாடியில் ஏற்படுத்த முடியாது. ஓர் ஒளிக்கதிர் அளவு பளபளப்பான, மென்மையான ஒளிரும் பரப்பின் மீது படும்போது மட்டுமே, திருப்பி அனுப்பப்படுகிறது. இவ்வாறு பளபளப்பான, மென்மையான பரப்பில் பட்டு ஒளி திரும்பும் நிகழ்வே ஒளி எதிரொளித்தல் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

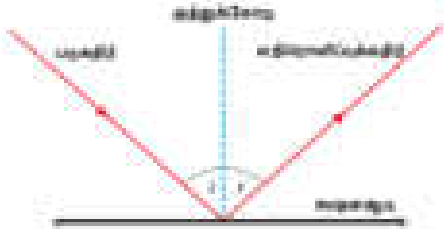
ஒளி எதிரொளித்தலில் இரு கதிர்கள் ஈடுபடுகின்றன. அவை

1. படுகதிர் மற்றும்
2. எதிரொளிப்புக் கதிர்

ஒரு ஊடகத்தில் எதிரொளிக்கும் பரப்பின் பளபளப்பான தளத்தின் மீது படும் கதிர் படுகதிர் எனப்படும். ஒளியானது அப்பரப்பின் மீட்டபிறகு, அதே ஊடகத்தில் திரும்பவரும். இந்த ஒளிக்கதிர் “எதிரொளிப்புக் கதிர்” எனப்படும். எதிரொளிக்கும் பரப்பில், ஒளிக்கதிர் படும் புள்ளியில் கற்பனையாக வரையப்பட்ட செங்குத்துக் கோடு “குத்துக் கோடு” எனப்படும்.

படுகதிர், எதிரொளிப்புக் கதிர் மற்றும் குத்துக்கோடு ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள தொட்பு எதிரொளிப்பு விதிகளாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவை பின்வருமாறு:

1. படுகதிர், எதிரொளிப்புக் கதிர் மற்றும் படுபுள்ளியில் வரையப்பட்ட குத்துக்கோடு ஆகியவை அனைத்தும் ஒரே தளத்தில் அமைந்துள்ளன.
2. படுகோணமும், எதிரொளிப்புக் கோணமும் எப்போதும் சமமாகவே இருக்கும்.



வெள்ளியே மிகச்சிறந்த ஒளி எதிரொளிப்புப் பொருளாகும். ஆகவே, கண்ணாடியின் மீது மெல்லிய படலமாக வெள்ளியைப் படிய வைத்து ஆடிகளை உருவாக்குகின்றனர்.

எதிரொளிப்பின் வகைகள் / எதிரொளித்தலின் வகைகள்:

அனைத்துப் பொருள்களும் ஒளியை எதிரொளிப்பதில்லை என்பதனை நீங்கள் பயின்றுள்ளீர்கள். எதிரொளிக்கும் அளவானது எதிரொளிக்கும் பொருளின் பரப்பைச் சார்ந்தது. எதிரொளிக்கும் பரப்பைப் பொறுத்து எதிரொளித்தல் இரு வகைப்படும். அவை: 1. ஒழுங்கான எதிரொளிப்பு 2. ஒழுங்கற்ற எதிரொளிப்பு

### ஒழுங்கானஎதிரொளிப்பு:

வழுவழப்பானபரப்பின் மீதுஒர் ஒளிக்கற்றையானது (இணைஒளிக்கதிர்களின் தொகுப்பு) விழும் போதுஅதுஎதிரொளிக்கப்படுகிறது. எதிரொளிப்பிற்குப்பின் ஒளிக்கதிர்கள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகஉள்ளன. இந்தஎதிரொளிப்பில் ஒவ்வொருகதிரின் படுகோணமும் எதிரொளிப்புக் கோணமும் சமமாகஉள்ளது. எதிரொளித்தல் விதியானதுபின்பற்றப்படுவதால் இதில் தெளிவானபிம்பம் கிடைக்கிறது. இவ்வகைஎதிரொளிப்பிற்கு “ஒழுங்கானஎதிரொளிப்பு” அல்லது “கண்ணாடிஎதிரொளிப்பு” என்றுபெயர். எடுத்துக்காட்டு: சமதளக்கண்ணாடியில் உருவாகும் எதிரொளிப்புமற்றும் நிலையானதண்ணீரில் ஏற்படும் எதிரொளிப்பு.

### ஒழுங்கற்றஎதிரொளிப்பு:

சொர சொரப்பான அல்லது ஒழுங்கற்றபரப்பின் ஒவ்வொருபகுதியும் வெவ்வேறுகோணத்தில் அமைந்திருக்கும். ஒளியானது இப்பரப்பில் படும்போதுஒவ்வொருஒளிக்கதிரும் வெவ்வேறுகோணத்தில் எதிரொளிக்கிறது. இங்குஒவ்வொருஒளிக்கதிரின் படுகோணமும்,எதிரொளிப்புக் கோணமும் சமமாக இருக்காது. மேலும்,ஒளிஎதிரொளிப்புவிதிகள் மிகச் சரியாகப் பொருந்தவில்லை. எனவே, இதில் பிம்பமும் தெளிவாகக் கிடைக்கவில்லை. இவ்வகைஎதிரொளிப்பிற்கு “ஒழுங்கற்றஎதிரொளிப்பு” அல்லது “பரவலானஎதிரொளிப்பு” என்றுபெயர். எடுத்துக்காட்டு: சுவரின் மீதுஏற்படும் எதிரொளிப்பு.

மேற்கண்டசெயல்பாடுகளிலிருந்து இரு சமதளக் கண்ணாடிகளுக்கிடையேஒருபொருளைவைக்கும் போதுஅவற்றிடையிடப்பட்டகோணம் எண்ணற்றபிம்பங்களைஏற்படுத்துகிறதுஎன்பதனைஉங்களால் அறியமுடிகிறது. ஏனெனில் ஒருகண்ணாடியில் தோன்றும் பிம்பமானது,மற்றொருகண்ணாடிக்குப் பொருளாகஉள்ளது. அதாவது,முதல் கண்ணாடியில் தோன்றும் பிம்பம், இரண்டாவதுகண்ணாடிக்குப் பொருளாக இருக்கிறது. இதேபோல், இரண்டாவதுகண்ணாடியில் தோன்றும் பிம்பம் முதல் கண்ணாடிக்குப் பொருளாக இருக்கிறது. ஆகவே,ஒரேஒருபொருளானது மூன்றுபிம்பங்களாககண்ணாடியில் தெரிகிறது. இதனைப் பன்முகஎதிரொளிப்புஎன்கிறோம். இதுபோன்றபன்முகஎதிரொளிப்பினைஆடையகங்களிலும்,சிகைஅலங்காரநிலையங்களிலும் காணலாம்.

இவ்வாறுதோன்றும் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கையானதுகண்ணாடிகளுக்கிடையிடப்பட்டகோணத்தின் மதிப்பினைச் சார்ந்தது. இதுகண்ணாடிகளுக்கிடையிடப்பட்டகோணம் 360°எனில்,வவரையறுக்கப்பட்டஎண்ணிக்கையில் மொத்தஎதிரொளிப்புகள் தோன்றும். சமதளக் கண்ணாடிகளுக்கிடையிடப்பட்ட கோணம்  $\theta$  (தீட்டா) எனில்,தோன்றும் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கை

$$= \frac{360^\circ}{\theta} - 1$$

நீங்கள் கண்ணாடிகளுக்கிடையிடப்பட்டகோணத்தின் மதிப்பைக் குறைக்கும் போதுதோன்றும் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கைஅதிகரிக்கும். ஒன்றுக்கொன்று இணையாகக் கண்ணாடிகளைவைத்தால் முடிவிலாஎண்ணிக்கையில் பிம்பங்கள் தோன்றும்.

### கணக்கீடு 3 :

ஒன்றுக்கொன்று90°கோணசாய்வில் வைக்கப்பட்ட இரண்டுசமதளக் கண்ணாடிகளுக்கு இடையேதோன்றும் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கையைக் காண்க.

தீர்வு:

இரண்டுசமதளக் கண்ணாடிகளுக்கு இடைப்பட்டசாய்வுகோணம் = 90°

தோன்றும் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கை =  $\frac{360^\circ}{\theta} - 1 = \frac{360^\circ}{90^\circ} - 1 = 4 - 1 = 3$

### கலைடாஸ்கோப்:

ஒளியின் பன்முகஎதிரொளிப்புத் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் இக்கருவிசெயல்படுகிறது. எண்ணற்றபிம்பங்களை இதன் மூலம் உருவாக்கலாம். ஒன்றுக்கொன்றுசாய்வான இரண்டுஅல்லதுஅதற்குமேற்பட்டகண்ணாடிகளைக் கொண்டு இது அமைக்கப்படுகிறது. விலைகுறைந்தபொருள்களைக் கொண்டுவுடிவமைக்கப்படக்கூடிய இக்கருவிநமக்குமகிழ்ச்சியைத்

தரக்கூடியவண்ணமயமானபிம்பங்களைஉருவாக்கிடக்கூடியது. விளையாட்டுப் பொருளாகபயன்படுத்தப்படுகிறது.

இக்கருவியானதுகுழந்தைகளால்

### பெரிஸ்கோப்:

ஒருபொருளுக்குஅல்லதுநீர்முழ்கிக் கப்பலுக்குமேலாகவோஅல்லதுஅதைச் சுற்றியோஉள்ளபிறபொருள்களையோஅல்லதுகப்பல்களையோபார்ப்பதற்கானகருவியேபெரிஸ்கோப் ஆகும். ஒளிஎதிரொளித்தல் விதிகளின் அடிப்படையில் இக்கருவியானதுசெயல்படுகிறது. இதன் அமைப்பானதுநீண்டவெளிப்பகுதியையும் உட்பகுதியையும் கொண்டது. உட்பகுதியில் 45°கோணச் சாய்வில் ஒவ்வொருமுனையிலும் கண்ணாடிஅல்லதுமுப்பட்டகமானதுபொருத்தப்பட்டுள்ளதுநீண்டதொலைவில் உள்ளபொருளிலிருந்துவரும்

ஒளியானதுபெரிஸ்கோப்பின் மேல்முனையில் உள்ளகண்ணாடியில் பட்டு,செங்குத்தாகக் கீழ்நோக்கிஎதிரொளிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறுவரும் ஒளியானதுபெரிஸ்கோப்பின் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ளகண்ணாடியால் மீண்டும் ஒருமுறைஎதிரொளிக்கப்பட்டுகிடைமட்டத் திசையில் சென்றுபார்ப்பவரின் கண்களைஅடைகிறது.

சிக்கலானஅமைப்புடையசிலவகைப் பெரிஸ்கோப்களில் உயர் காட்சித்திறனைப் பெறுவதற்காக,கண்ணாடிகளுக்குப் பதிலாகஒளியிழைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பெரிஸ்கோப்பின் பயன்பாட்டைப் பொறுத்துஅதன் உட்பகுதியில் உள்ளகண்ணாடிகளுக்கிடையேஉள்ள இடைவெளியானதுமாற்றியமைக்கப்படுகிறது.

### பயன்கள்:

- போரின்போதும்,நீர்முழ்கிக் கப்பல்களைவழிநடத்தவும் பெரிஸ்கோப் பயன்படுகிறது.
- ராணுவத்தில் பதுங்குகுழியிலிருந்து இலக்கினைகுறிபார்ப்பதற்கும்,சடுவதற்கும் இது பயன்படுகிறது.
- தடைசெய்யப்பட்டராணுவப்பகுதிகளில் உள்ளமுக்கியமான இடங்களைப் பெரிஸ்கோப்பினைப் பயன்படுத்திப் புகைப்படம் எடுக்கமுடியும்.
- உடல் உள்உறுப்புக்களைப் பார்ப்பதற்குஒளியிழைபெரிஸ்கோப்பினைமருத்துவர்கள் பயன்படுத்துகின்றனர்.

### ஒளிவிலகல்:

காற்றில் வைக்கப்பட்டுள்ளபளபளப்பானபரப்பின் மீதுஒளியானதுபட்டுமீண்டும் காற்றிலேயேஎதிரொளிக்கிறது. ஒளிஊடுருவும் பொருளின் மீதுஒளியானதுபடும்போதுமுழுவதுமாகஎதிரொளிக்கப்படாமல்,பகுதியளவுஎதிரொளிக்கிறது;பகுதியளவுஒளியானதுஉட்கவரப்படுகிறது. பெரும்பகுதிஒளியானது,ஒளிஊடுருவும் பொருளின் வழியேகடந்துசெல்கிறது. காற்றில் ஒளியின் திசைவேகம்  $3 \times 10^8$  மீவி<sup>-1</sup>ஆனால் இதே அளவுதிசைவேகத்தில் ஒளியானதுநீர் அல்லதுகண்ணாடியில் பயணிக்காது. ஏனென்றால்,அடர்த்திஅதிகமானநீர் மற்றும் கண்ணாடியானதுஒளிக்கதிர்களுக்குள் எதிர்ப்பினைஏற்படுத்துகின்றன.

எனவே,காற்றுபோன்றஅடர்வுகுறைவானஊடகத்திலிருந்து,கண்ணாடிபோன்றஅடர்வுஅதிகமானஊடகத் திற்குஒளிக்கதிர்கள் செல்லும்போதுநேர்க்கோட்டுப் பாதையிலிருந்துவிலகிச் செல்கின்றன.

ஒளியானது ஓர் ஊடகத்திலிருந்துமற்றோர் ஊடகத்திற்குச் செல்லும் போதுஒளிபடும் புள்ளியில் செங்குத்துக் கோட்டின் அச்சைப் பற்றியஒளியின் வளைவு “ஒளிவிலகல்” எனப்படும்.

அடர்வுகுறைஊடகத்திலிருந்துஅடர்வுமிகுஊடகத்திற்குஒளியானதுசெல்லும்போதுஅதன் செங்குத்துக்கோட்டைநோக்கிவிலகலடையும். அடர்வுமிகுஊடகத்திலிருந்துஅடர்வுகுறைஊடகத்திற்குஒளியானதுசெல்லும்போதுஅதன் செங்குத்துக்கோட்டைவிட்டுவிலகிச் செல்லும். இந்நிகழ்வினைகீழ்க்கண்டசெயல்பாட்டின் மூலம் கண்டுணரலாம்.

இந்தசெயல்பாட்டில்,ஒளிக்கதிர்கள் நீரிலிருந்து (அடர்வுஅதிகமானஊடக) காற்றிற்குச் (அடர்வுகுறைவானஊடகம்) செல்கின்றன. அடர்வுமிகுந்தஊடகத்திலிருந்துஅடர்வுகுறைவானஊடகத்திற்குச் செல்லும் ஒளியானதுஅதன் நேர்க்கோட்டுப் பாதையிலிருந்துவிலகிச் செல்லும்

என்பதனை ஏற்கனவே அறிந்துவைத்துள்ளீர்கள். வழியே பென்சிலைப் பார்க்கும் போது அதுவளைவாகத் தெரிகிறது.

எனவே, கண்ணாடி முகவையில்

உள்ள நீரின்

### ஒளிவிலகல் எண்:

ஓர் ஊடகத்தில் ஒளிவிலகல் அந்த ஊடகத்தில் செல்லும் ஒளியின் திசைவேகத்தினைச் சார்ந்தது. ஒரு ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் அதிகமாக இருக்கும்போது, விலகல் குறைவாகவும், ஒளியின் திசைவேகம் குறைவாக இருக்கும்போது, விலகல் அதிகமாகவும் இருக்கும்.

ஓர் ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் அளவானது அந்த ஊடகத்தின் “ஒளிவிலகல் எண்” எனும் பதத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. அதாவது, காற்றில் ஒளியின் திசைவேகத்திற்கும், ஒரு குறிப்பிட்ட ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகத்திற்கும் இடையே உள்ள தகவலாகும். இதனை “தனித்த ஒளிவிலகல் எண்” (absolute refractive index) எனக் குறிப்பிடுகிறோம். மேலும் கிரேக்க எழுத்து “ $\mu$ ” (இதன் உச்சரிப்பு மியூ). மூலம் குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$\mu = \frac{\text{காற்றில் ஒளியின் திசைவேகம் (c)}}{\text{ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் (v)}}$$

இரண்டும் ஒரேமாதிரியான அளவீடுகளின் தகவலு என்பதால் ஒளிவிலகல் எண்ணிற்கு அலகு இல்லை. எந்தவொரு ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் காற்றைவிடக் குறைவாக இருக்கிறதோ, அந்த ஒளி ஊடுருவும் ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண் ஒன்றைவிட அதிகமாக இருக்கும்.

ஒரு சில பொருள்களின் ஒளிவிலகல் எண் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

### பொருள்களின் ஒளிவிலகல் எண்

பொருள்கள்	ஒளிவிலகல் எண்
காற்று	1.0
நீர்	1.33
ஈதர்	1.36
மண்ணெண்ணெய்	1.41
சாதாரணக் கண்ணாடி	1.5
குவார்ட்ஸ்	1.56
வைரம்	2.41

பொதுவாக, ஓர் ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்ணைப் பொறுத்து, மற்றோர் ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல், எண்ணானது தனித்த ஒளிவிலகல் எண்களின் தகவல் மூலம் தரப்படுகிறது.

$${}_1\mu^2 = \frac{\text{இரண்டாவது ஊடகத்தின் தனித்த ஒளிவிலகல் எண்}}{\text{முதல் ஊடகத்தின் தனித்த ஒளிவிலகல் எண்}}$$

$${}_1\mu^2 = \frac{C}{V_1} \quad \text{அல்லது} \quad {}_1\mu^2 = \frac{V_2}{V_1}$$

ஆகவே, ஓர் ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்ணைப் பொறுத்து மற்றோர் ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்ணானது, முதல் ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகத்திற்கும் இரண்டாவது ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகத்திற்கும் இடையே உள்ள தகவல் மூலம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

காற்றில் ஒளியின் திசைவேகம்  $3 \times 10^8 \text{ மீவி}^{-1}$  மற்றும் ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகம்  $2 \times 10^8 \text{ மீவி}^{-1}$  காற்றைப் பொறுத்து ஊடகத்தில் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் காண்க.  
தீர்வு:

ஒளிவிலகல் எண் ( $\mu$ ) =  $\frac{\text{இரண்டாவது ஊடகத்தின் தனித்த ஒளிவிலகல் எண் (c)}}{\text{முதல் ஊடகத்தின் தனித்த ஒளிவிலகல் எண் (v)}}$

$$\mu = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^8} = 1.5$$

கணக்கீடு 5 :

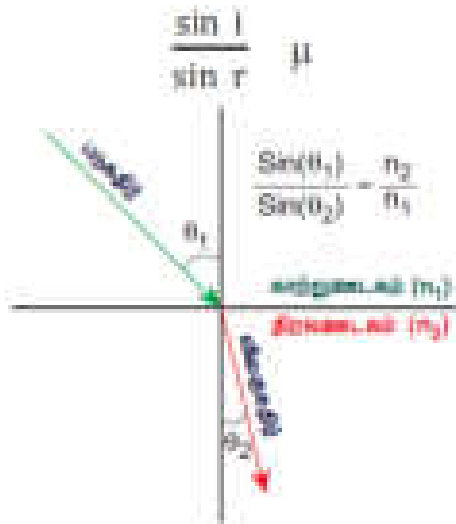
நீரின் ஒளிவிலகல் எண்  $4/3$  மற்றும் கண்ணாடியின் ஒளிவிலகல் எண்  $3/2$ . நீரின் ஒளிவிலகல் எண்ணைப் பொறுத்து கண்ணாடியின் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் காண்க.  
தீர்வு:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{நீர்}}^{\text{கண்ணாடி}} &= \frac{\text{கண்ணாடியின் ஒளிவிலகல் எண்}}{\text{நீரின் ஒளிவிலகல் எண்}} \\ &= \frac{3}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{4} = 1.125 \end{aligned}$$

**ஒளிவிலகலுக்கான ஸ்நெல் விதி:**

ஒளிக்கதிர்கள் ஓர் ஊடகத்திலிருந்துமற்றோர் ஊடகத்திற்குப் பயணிக்கும் போது ஏற்படும் ஒளிவிலகலானது ஒரு விதிகளுக்கு உட்படுகிறது. இவை, ஒளிவிலகலுக்கான ஸ்நெல் விதிகள் எனப்படுகின்றன.

1. படுகதிர், விலகுகதிர் மற்றும் அவைசந்திக்கும் புள்ளியில் வரையப்பட்ட குத்துக்கோடு ஆகியவை அனைத்தும் ஒரே தளத்தில் அமையும்.
2. படுகோணத்தின் சைன் மதிப்பிற்கும் (i) விலகுகோணத்தின் சைன் மதிப்பிற்கும் (r) இடையே உள்ளதாகவு, ஒளிவிலகல் எண்ணிற்குச் சமமாகும். இது ஒரு மாறிலியாகும்.



**படம் 3.12 ஸ்நெல் விதி**

மேற்கண்ட செயல்பாடுகளிலிருந்து முதல் முப்பட்டகத்தில் வெண்மைநிற ஒளியானது ஏழு வண்ணங்களாக நிறப்பிரிகை அடைகிறது. அதேவேளையில் இரண்டாவது முப்பட்டகமானது இவற்றை ஒருங்கிணைத்து மீண்டும் வெண்மைநிற ஒளியாக மாற்றுகிறது. வெண்மைநிற ஒளியானது ஏழு வண்ணங்களைக் கொண்டுள்ளது என்பது இதன் மூலம் தெளிவாகிறது. நியூட்டன் தட்டுச் சோதனையை நீங்கள் ஏழாம் வகுப்பில் பயின்றதுள்ளீர்கள் அல்லவா? அதனை நினைவுக்குக் கொண்டுவர முயலுங்கள்.

ஒளி ஊடுருவும் ஊடகத்தின் வழியே வெண்மைநிற ஒளியானது செல்லும் போது ஏழு வண்ணங்களாகப் (அலைநீளம்) பிரிகை அடைகிறது. இதனை “நிறப்பிரிகை” என்றழைக்கிறோம்.

நிறப்பிரிகை ஏன் ஏற்படுகிறது? வெண்மைநிற ஒளியில் உள்ள பல்வேறு வண்ணங்கள் பல்வேறு அலைநீளங்களைக் கொண்டுள்ளன. மேலும், அவை வெவ்வேறு திசைவேகத்தில் செல்லக்கூடியவை. ஒரு ஊடகத்தில் ஒளிவிலகலானது அந்த ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகத்தைச் சார்ந்தது என்பது உங்களுக்குத் தெரியும். ஒவ்வொரு வண்ணமும் வெவ்வேறு திசைவேகத்தைக் கொண்டுள்ளதால் வெவ்வேறு வண்ண ஒளிக்கதிர்கள் முப்பட்டகத்திற்குள் வெவ்வேறு திசைகளில் விலகலடைந்து பிரிகை அடைகின்றன. ஒளிவிலகல் அதன் அலைநீளத்திற்கு எதிர்த்தகவில் உள்ளது. எனவே, சிவப்பு நிற ஒளிக் கதிரானது அதிக அலைநீளத்தையும், குறைந்த விலகலையும் கொண்டுள்ளது. ஆனால் ஊதா நிறக் கதிர் குறைந்த அலைநீளத்தையும், அதிக அளவு விலகலையும் கொண்டுள்ளது.



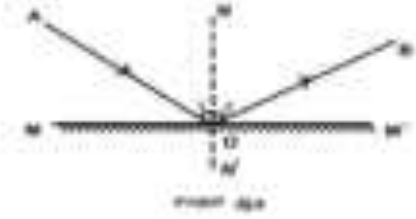
9<sup>th</sup> அறிவியல்  
அலகு- 6  
ஒளி.

**ஒளி எதிரொளிப்பு:**

ஆடி போன்ற எந்தவொரு பளபளப்பான பரப்பில் பட்டாலும் ஒளியானது எதிரொளிக்கப்படுகிறது. இத்தகைய எதிரொளிப்பு சில விதிகளுக்கு உட்பட்ட நடைபெறுகிறது என்பதை நீங்கள் கீழ் வகுப்புகளில் படித்திருப்பீர்கள். அவற்றைப் பற்றி இங்கு விரிவாகக் காண்போம்.

**எதிரொளிப்பு விதிகள்:**

MM என்ற சமதள ஆடியைக் கருதுவோம். AO என்பது O என்ற புள்ளியில் அந்த ஆடியின் மேல் படும் கதிர். இதுவே (AO) படுகதிர் எனப்படும். ஆடி இக்கதிரை முடி என்ற திசையில் எதிரொளிக்கிறது. OB என்பது எதிரொளிப்புக் கதிர் ஆகும். சமதள ஆடி MM' -க்கு செங்குத்தாக புள்ளி O-வில் ON என்ற கோட்டை வரைக. ON என்பது குத்துக்கோடு எனப்படும்.



குத்துக்கோட்டுடன் படுகதிர் ஏற்படுத்தும் கோணம் ( $i = \angle AON$ ) படுகோணம் எனப்படும். குத்துக்கோட்டுடன் எதிரொளிப்புக் கதிர் ஏற்படுத்தும் கோணம் ( $r = \angle NOB$ ) எதிரொளிப்புக் கோணம் எனப்படும். படுகோணமும் எதிரொளிப்புக் கோணமும் சமம். அதாவது,  $\angle i = \angle r$  என்பதை படத்திலிருந்து அறியலாம். மேலும், படுகதிர், எதிரொளிப்புக் கதிர் மற்றும் குத்துக்கோடு ஆகிய இம்மூன்றும் ஒரே தளத்தில் அமைகின்றன. இவற்றையே எதிரொளிப்பு விதிகள் என்பர். எதிரொளிப்பு விதிகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

- படுகதிர், எதிரொளிப்புக் கதிர் மற்றும் படுபுள்ளிக்கு வரையப்படும் குத்துக்கோடு ஆகிய இம்மூன்றும் ஒரே தளத்தில் அமையும்.
- படுகோணமும் எதிரொளிப்புக் கோணமும் சமம்.

அவசரகால ஊர்திகளின் முன்புறம் MBULANCE என்னும் வார்த்தை வலமிருந்து இடமாக பெரிய எதிரொலித்த எழுத்துக்களில் எழுதப் பட்டிருக்கும்.

**இடவலமாற்றம் (Lateral Inversion):**

தலைகீழ் மாற்றம் பற்றிகேள்விப்பட்டு இருப்பீர்கள். ஆனால், இடவலமாற்றம் என்றால் என்ன? இடவலத்தைக் குறிப்பிடும் Lateral என்ற வார்த்தையானது பக்கம் என்று பொருள்படும் Latus என்ற இலத்தீன் மொழிச் சொல்லிருந்து பெறப்பட்டது. பக்கவாட்டில் ஏற்படும் மாற்றம் இடவலமாற்றம் எனப்படும். இது ஒரு சமதள ஆடியில் ஏற்படுவதுபோல் தோன்றும் இடவலமாற்றமே.

இடவலமாற்றத்தை ஏற்படுத்தும் சமதள ஆடிகள் ஏன் தலைகீழ் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துவதில்லை? இதற்கான பதில் ஆச்சரியமளிப்பதாகத் தோன்றும். உண்மையில் ஆடிகள் இடவலமாற்றத்தையே தலைகீழ் மாற்றத்தையே உருவாக்குவது இல்லை. அவை பின்னோக்கிய (உள்ளிருந்து வெளியே) மாற்றத்தையே ஏற்படுத்துகின்றன.

அதில் பொருளின் தலைப் பகுதியிலிருந்து வெளியேறும் கதிர் (அம்புக்குறி) ஆடியின் மேல் பாகத்திலும், பொருளின் பாதத்திலிருந்து வெளியேறும் கதிர் ஆடியின் கீழ் பாகத்திலும் விழுகின்றன.

அதேபோல், பொருளின் இடதுகையிலிருந்து வெளியேறும் அம்புக்குறி (கதிர்), ஆடியின் இடது பக்கத்திலும் வலதுகையிலிருந்து வெளியேறும் கதிர் ஆடியின் வலது பக்கத்திலும் விழுகின்றன.

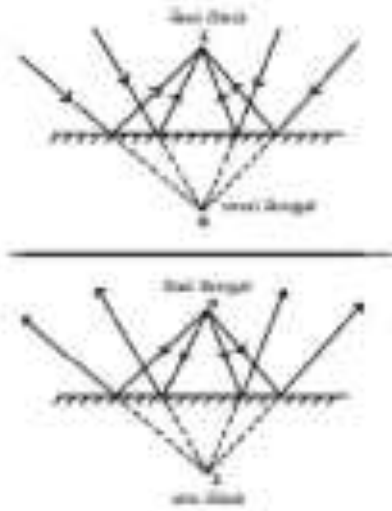


இங்குளந்தமாற்றமும் (இடவலமாற்றமோ,தலைகீழ் மாற்றமோ) இல்லை. எனவே, இதுஒருஒளியியல் மாயத்தோற்றமேஆகும். நாம் காணும் இடவலமாற்றம் உண்மையில் ஆடியால் ஏற்பட்டதுஅல்ல. அது நம் புலனுணர்வினால் (Perception) ஏற்படும் ஒருநிகழ்வுதான்.

### மெய் பிம்பமும் மாய பிம்பமும்:

பொருளிலிருந்துவெளியேறும் கதிர்கள்,எதிரொளிப்புக்குப் பின் உண்மையாகவேசந்தித்தால்,அதனால் உருவாகும் பிம்பம் மெய் பிம்பம் எனப்படும். மேலும்,அதுஎப்போதும் தலைகீழாகவே இருக்கும். மெய் பிம்பத்தைத் திரையில் வீழ்த்தமுடியும்.

பொருளிலிருந்துவெளியேறும் கதிர்கள்,எதிரொளிப்புக்குப் பின் ஒன்றையொன்றுசந்திக்காமல்,பின்னோக்கிநீட்டப்படும் போதுசந்தித்தால்,அதனால் உருவாகும் பிம்பம் மாய பிம்பம் எனப்படும். மாய பிம்பம் எப்போதுமேநேரானபிம்பமாகவே இருக்கும். மேலும் அதைத் திரையில் வீழ்த்தமுடியாது.



படம் 6.3 மெய் பிம்பமும் மாய பிம்பமும்

### வளைவுஆடிகள்:

எதிரொளிப்புவிதிகளைப் பற்றிநாம் படித்தோம். அவைவளைந்தபரப்புக்கள் உள்ளிட்டஅனைத்துஎதிரொளிக்கும் பரப்புகளுக்கும் பொருந்தும். பரவளையஆடிகள் (Parabolic mirrors), கோளகஆடிகள் உள்ளிட்டவளைவுஆடிகள் பற்றிஏற்கனவேமுன் வகுப்புகளில் நீங்கள் படித்திருப்பீர்கள். பொதுவாகபயன்படுத்தப்படும் வளைவு ஆடி கோளக ஆடி ஆகும். பளபளப்பானகரண்டிஒன்றின் வளைந்தபரப்பு கூட வளைவுஆடியே.

### கோளகஆடிகள்:

வளைவுஆடிகளில் எதிரொளிக்கும் பரப்புக்கோளத்தின் ஒருபகுதியாக இருக்கும். இவ்வாறு,எதிரொளிக்கும் பகுதியானதுகோளகவடிவில் உள்ளஆடிகள் கோளகஆடிகள் எனப்படும்.

சிலகோளகஆடிகளில் எதிரொளிக்கும் பகுதி உள் பக்கமாகவளைந்திருக்கும். அதாவது,கோளத்தின் மையத்தைநோக்கிஅப்பகுதிபார்த்துள்ளபடி இருக்கும். இவைகுழியாடிகள் எனப்படும். சிலவகைகோளகஆடிகளில் எதிரொளிக்கும் பகுதிவெளிப்பக்கமாகவளைந்திருக்கும். இவைகுவியாடிகள் எனப்படும்.

### வளைவுஆடிகளால் ஏற்படும் பிம்பங்கள்:

ஒருகுழியாடியைக் கொண்டு இணையாகச் செல்லும் சூரியக் கதிர்களைஒருபுள்ளியில் குவிக்க இயலும் என்பதைநாம் அறிவோம். இப்போதுகுழியாடியின் முன்னேஒர் ஒளியேற்றப்பட்டமெழுகுவர்த்தியையும் திரையையும் வைக்கவும். திரையின் நிலையைசரிசெய்துதிரையில்

பிம்பத்தைப் பிடிக்கவும். திரையைமுன்னும் பின்னும் நகர்த்திபிம்பத்தின் அளவையும் வடிவத்தையும் குறிக்கவும். பிம்பம் தலைகீழாகவும் சிறியதாகவும் உள்ளதைக் காணலாம்.

இப்போது,ஆடியைநோக்கிமெழுகுவர்த்தியைமெதுவாகநகர்த்தவும். என்னகாண்கிறீர்கள்? ஆடியைநோக்கிபொருள் (மெழுகுவர்த்தி) நெருங்கிவரவரபிம்பத்தின் அளவுபெரிதாகின்றதுஅல்லவா? ஆடியின் மிகஅருகேபொருளைவைத்துபிம்பத்தைதிரையில் பிடிக்கமுயற்சிசெய்யவும்.

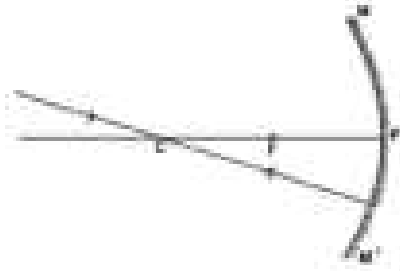
இப்போதுபிம்பத்தைதிரையில் காணமுடிகிறதா? ஆடியின் உள்ளபார்க்கவும். என்னதெரிகிறது? பெரிதாக்கப்பட்டநேரானபிம்பம் ஆடியினுள் தெரிகின்றது. பொருளின் சிலகுறிப்பிட்டநிலைகளில் மட்டுமேபிம்பம் திரையில் தெரிகின்றது. மற்றநிலைகளில் திரையில் பிம்பம் தெரிவதில்லை. சமதளஆடியின் தன்மையைவிடகுழியாடியின் தன்மைசிக்கலானதுஎன்பதைநாம் தெளிவாகபுரிந்துகொள்ளலாம்.

எனினும் வரைபடமுறையைக் கொண்டுபிம்பத்தின் தன்மையைஎளிதாகப் புரிந்துகொள்ளலாம். சமதளஆடியினால் ஏற்படும் பிம்பத்தின் தன்மையைஅறியநாம் இரண்டுகதிர்களைப் பயன்படுத்தினோம் அல்லவா? அதேபோல்,குழியாடியினால் உருவாகும் பிம்பங்களின் தன்மையைஅறியநான்குவரையறுக்கப்பட்டவிதிகளைப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

**கோளகஆடிகளில் தோன்றும் பிம்பங்களைவரையத் தேவையானவிதிகள்:**

பொருளின் ஒவ்வொருபுள்ளியிலிருந்தும் எண்ணற்றகதிர்கள் அனைத்துத் திசைகளிலும் செல்கின்றன. குவியாடியில் தோன்றும் பிம்பத்தின் நிலைமற்றும் தன்மையைக் குறிப்பிடக்கீழ்க்கண்டவிதிகளைப் பின்பற்றவேண்டும்.

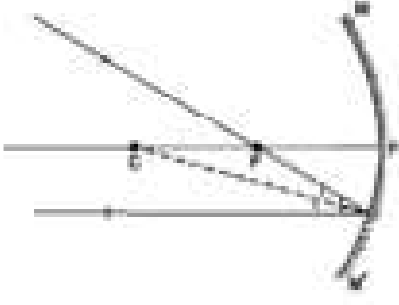
விதி 1: ஆடியின் வளைவுமையம் வழியாகச் செல்லும் ஒளிக்கதிர்,எதிரொளிக்கப்பட்டபின்பு,அதேபாதையில் திரும்பிச் செல்லும்.



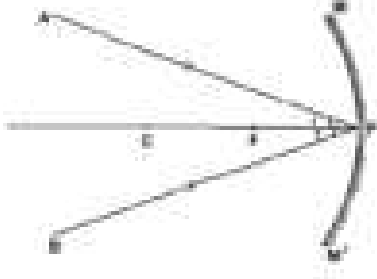
விதி2 :முதன்மைஅச்சுக்கு இணையாகச் செல்லும் ஒளிக்கதிர்,எதிரொளிக்கப்பட்டபின்பு,முக்கியக் குவியம் வழியாகச்செல்லும் அல்லதுமுக்கியகுவியத்திலிருந்து (குழி ஆடிகளில்) வருவதுபோல் தோன்றும்.



விதி3 :முக்கியக் குவியம் வழியாகச் செல்லும் ஒளிக்கதிர் எதிரொலித்தபின் முதன்மைஅச்சுக்கு இணையாகச் செல்லும்.



விதி4 : ஆடி மையத்தில் (P) படும் AP என்றஒளிக்கதிர் படுகோணத்திற்குச் சமமானகோணத்தில் PB என்றதிசையில் எதிரொளிக்கப்படும்.



**குழி ஆடி:**

**பிம்பம் உருவாதல்:**

இப்போதுநாம் குழியாடிஒன்றின் முதன்மைஅச்சில் வெவ்வேறு இடங்களில் வைக்கப்படும் சிறியநேரானபொருள் ஒன்றினால் ஏற்படும் பிம்பத்தின் நிலை (இடம்),அளவுமற்றும் தன்மைஆகியவற்றைஎவ்வாறுவரைவறுஎன்பதைக் காண்போம்.

வகை 1: ஈரிலாத் தொலைவில் பொருள் வைக்கப்படும் போதுபொருளிலிருந்துகுழியாடியைவந்தடையும் ஒளிக்கதிர்கள் இணையானவையாக இருக்கும்.

பிம்பத்தின் நிலை/ இடம்: பிம்பம் முக்கியக் குவியத்தில் (F) உருவாகிறது.

பிம்பத்தின் தன்மை: தலைகீழான,மிகவும் சிறிதானமெய் பிம்பம்.

வகை2 :வளைவுமையத்திற்குஅப்பால் பொருள் வைக்கப்படும் போது

பிம்பத்தின் நிலை/ இடம்: முக்கியக் குவியம் F-க்கும் வளைவுமையம் C-க்கும் இடையில்

பிம்பத்தின் தன்மை: பொருளைவிடச் சிறியதான,தலைகீழானமெய் பிம்பம்.

வகை3 :வளைவுமையத்தில் பொருள் வைக்கப்படும் போது

பிம்பத்தின் நிலை/ இடம் C -ல் கிடைக்கும்

பிம்பத்தின் தன்மை: பொருளைப் போன்றுஅதேஅளவுள்ள,தலைகீழானமெய் பிம்பம்.

வகை4 :வளைவுமையம் C-க்கும் முக்கியக் குவியம் F-க்கும் இடையேபொருள் வைக்கப்படும் போது

பிம்பத்தின் நிலை / இடம் : C-க்குஅப்பால்.

பிம்பத்தின் தன்மை: பெரிதாகப்பட்டதலைகீழானமெய் பிம்பம்

வகை 5: முக்கியக் குவியம் F - இல் பொருள் வைக்கப்படும் போது

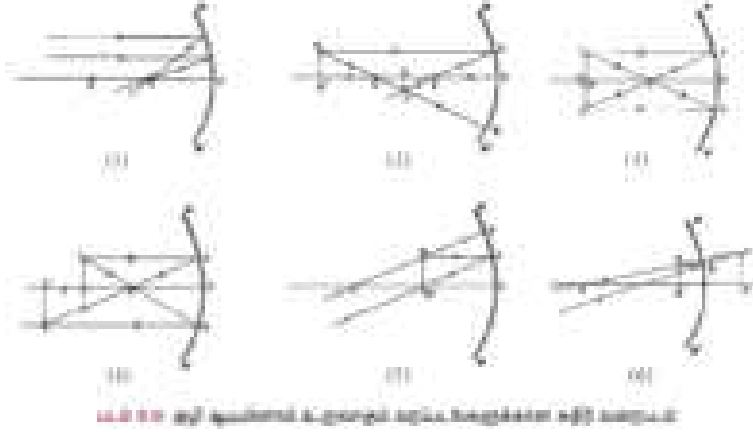
பிம்பத்தின் நிலை/ இடம்: கருத்தியல் படி,பிம்பம் ஈரிலாத் தொலைவில் கிடைக்கும்.

பிம்பத்தின் தன்மை: திரையில் எந்தபிம்பமும் தெரியாது. மேலும் மாய பிம்பமும் தெரியாது.

வகை : முக்கியக் குவியம் F-க்கும் ஆடிமையம் P-க்கும் இடையில் பொருள் வைக்கப்படும் போது.

பிம்பத்தின் நிலை / இடம் : ஆடிக்குப் பின்புறம்.

பிம்பத்தின் தன்மை: பெரிதாக்கப்பட்ட, நேரான மாய பிம்பம்

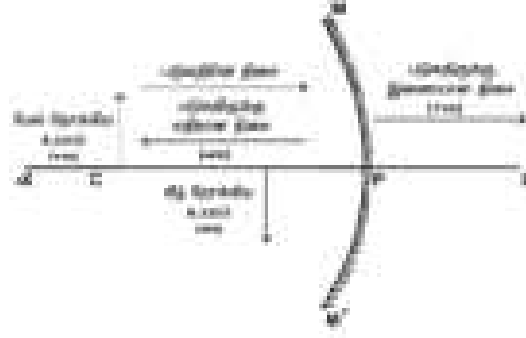


**தொலைவுகளைக் குறிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் குறியீட்டுமரபுகள்:**

கதிர் வரைபடங்களின் தூரத்தைக் கணக்கிடுவதற்கு கார்ட்சியன் குறியீட்டுமரபுகள் என்ற குறியீட்டுமுறையை நாம் பயன்படுத்துகிறோம். இம்முறைப்படி ஆடியின் மையம் (P) ஆதிப்புள்ளியாகவும் முதன்மை அச்சம் X-Y-அச்சாகவும் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது.

**குறியீட்டுமரபுகள் பின்வருமாறு:**

- பொருள் எப்போதும் ஆடிக்கு இடதுபுறமே வைக்கப்படுகிறது.
- அனைத்துத் தொலைவுகளும் ஆடி மையத்திலிருந்தே (P) அளவிடப்படுகின்றன.
- படுகதிரின் திசையில் உள்ள தொலைவுகள் நேர்க்குறியாகவும் (+), அதற்கு எதிர்த்திசையில் அளக்கப்படும் தொலைவுகள் எதிர்க்குறியாகவும் (-) எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.
- முதன்மை அச்சுக்கு செங்குத்தாகவும் அதற்கு மேல்நோக்கியும் உள்ள தொலைவுகள் நேர்க்குறியாகக் (+) கருதப்படுகின்றன.
- முதன்மை அச்சுக்கு செங்குத்தாகவும் அதற்கு கீழ்நோக்கியும் உள்ள தொலைவுகள் எதிர்க்குறியாகக் (-) கருதப்படும்.



படம் 1.8 வெண்மையான குவிப்பு மரபை

### ஆடிச் சமன்பாடு:

பொருளின் தொலைவு( $u$ ), பிம்பத்தின் தொலைவு( $v$ ) குவியதொலைவு( $f$ ) ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பு ஆடிச் சமன்பாடு எனப்படும்.

### நேரியல் உருப்பெருக்கம் ( $m$ )

பொருளின் அளவு எவ்வளவுமடங்கு பெரியதாக உள்ளது என்பதை கோளக ஆடியின் உருப்பெருக்கம் குறிக்கிறது. பிம்பத்தின் அளவிற்கும் ( $h_i$ ), பொருளின் அளவிற்கும் ( $h_o$ ), இடையேயானதாக உருப்பெருக்கம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. அதாவது  $m = \frac{h_i}{h_o}$  பிம்பத்தின் தொலைவு மற்றும் பொருளின் தொலைவைக் கொண்டும் உருப்பெருக்கத்தைக் கணக்கிடலாம்.

$$m = -\frac{v}{u}$$

இவ்விரண்டு சமன்பாடுகளையும் இணைத்து,

$$\therefore m = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{v}{u}$$

குறிப்பு: உருப்பெருக்கத்தின் மதிப்பில் எதிர்க்குறி(-ve) பிம்பம் மெய் பிம்பம் என்பதையும், நேர்க்குறி(+ve), பிம்பம் மாய பிம்பம் என்பதையும் காட்டுகிறது.

#### கணக்கீடு 1

20 செ.மீ குவியதொலைவு கொண்ட குழியாடி ஒன்றிலிருந்து 15 செ.மீ தொலைவில் வைக்கப்பட்டுள்ள 1 செ.மீ உயரம் கொண்ட ஒரு பொருளின் பிம்பத்தின் அளவு, தன்மை மற்றும் இடம் ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

தீர்வு:

பொருளின் தொலைவு,  $u = -15$  செ.மீ

பிம்பத்தின் தொலைவு  $v = ?$

குவியத் தொலைவு,  $f = -10$  செ.மீ

ஆடிச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{-15} = \frac{1}{-10}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{15} = \frac{-1}{10}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-1}{10} + \frac{1}{15} = \frac{-3+2}{30} = \frac{-1}{30}$$

பிம்பத்தின் தொலைவு  $v = 30$  செ.மீ

(இங்கு எதிர்க்குறிவந்துள்ளது. எனவே, பிம்பம் ஆடிக்கு இடதுபக்கத்தில் உள்ளது)  
ஆடிக்கு 30 செ.மீ முன்னே பிம்பம் உருவாகிறது. ஆடிக்கு முன் பிம்பம் ஏற்படுவதால், அது தலைகீழான மெய் பிம்பம் ஆகும்.  
பிம்பத்தின் அளவைக்கான உருப்பெருக்கத்தைக் கணக்கிடவேண்டும்.

$$m = \frac{-v}{u} = \frac{-(30)}{(-15)} = -2$$

$m = h_2 / h_1$  என்பதை நாம் அறிவோம்  
இங்கு பொருளின் உயரம்  $h_1 = 1$  செ.மீ  
 $-2 = h_2 / 1$

$$h_2 = -2 \times 1 = -2 \text{ cm}$$

எனவே, பிம்பத்தின் உயரம் = 2 செ.மீ

(இங்கு எதிர்க்குறிவந்துள்ளது. எனவே, பிம்பம் முதன்மை அச்சுக்குக் கீழே ஏற்படுகிறது)

### கணக்கீடு 2:

குழியாடியிலிருந்து 16 செ.மீ தொலைவில் வைக்கப்படும் 2 செ.மீ உயரம் கொண்ட பொருள் ஒன்றின் மெய் பிம்பம் 3 செ.மீ உயரம் உள்ளதாக இருந்தால் பிம்பம் உருவாகும் இடத்தைக் காண்க.

தீர்வு:

பொருளின் உயரம்  $h_1 = 2$  செ.மீ

பிம்பத்தின் உயரம்  $h_2 = -3$  செ.மீ

$$\text{உருப்பெருக்கம் } m = \frac{h_2}{h_1} = \frac{-3}{2} = -1.5$$

$$\text{ஆனால், } m = \frac{-v}{u}$$

இங்கு பொருளின் தொலைவு  $u = -16$  செ.மீ  
மதிப்புகளைப் பிரதியிட,

$$-1.5 = -\frac{v}{(-16)}$$

$$-1.5 = \frac{v}{16}$$

$$v = 16 \times (-1.5) = -24 \text{ cm}$$

பிம்பம் ஆடிக்கு இடதுபக்கத்தில் 24 செ.மீ தொலைவில் இருக்கும். (எதிர்க்குறி, பிம்பம் ஆடிக்கு இடதுபக்கத்தில் உள்ளது என்பதைக் குறிக்கிறது)

### குழியாடியின் பயன்கள்:

மருத்துவர் பயன்படுத்தும் ஆடி: பல் மருத்துவர் / காது, மூக்கு, தொண்டை மருத்துவரின் தலையில் ஒருபட்டை கட்டப்பட்டு அதில் ஒருவட்ட வடிவ ஆடி இருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். ஒளி மூலத்திலிருந்து வரும் இணைக்கதிர்கள் அந்த ஆடியின் மீது படும்படி வைக்கப்படும். அந்த ஆடி நம் உடலில் காணப்படும் சிறுபகுதியின் (பல், தொண்டை) மீது அந்த ஒளியைக் குவித்து ஒளியூட்டும்.

ஒப்பனை ஆடி: முகத்தருகே குழியாடி வைக்கப்படும் போது (அதாவது, ஆடி மையத்திற்கும் முக்கியக் குவிவத்திற்கும் இடையே), நேரான, பெரிதாகப்பட்ட பிம்பம் கிடைக்கும் என்பதை நாம் அறிவோம். இதில், நம் முகம் பெரிதாகத் தெரியும்.

பிற பயன்பாடுகள்: கை மின்விளக்கு, வாகனங்களின் முகப்புவிளக்கு மற்றும் தேடும் விளக்கு ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது.

குழியாடிகள் ஆற்றல் வாய்ந்தஒளியைப் பாய்ச்ச உதவுகின்றன. குழியாடிஎதிரொளிப்பான்கள் அறை சூடேற்றியிலும்,பெரியகுழியாடிகள் சூரிய சூடேற்றியிலும் பயன்படுகின்றன?

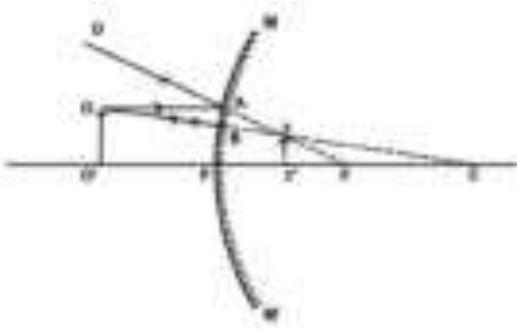
வானில் உள்ள பொருள்கள் ஈரிலாத் தொலைவில் உள்ளன. எனவே, குழியாடி ஏற்படுத்தும் பிம்பம் தலைகீழாகவும் சிறியதாகவும் இருக்கும். இருப்பினும், ஏன் வானியல் தொலைநோக்கிகளில் குழியாடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன?

**குவி ஆடி:**

**குவியாடியால் ஏற்படும் பிம்பம்:**

கீழேதரப்பட்டுள்ளஏதேனும் இரு கதிர்களைக் கொண்டு குவியாடியால் ஏற்படும் பிம்பத்தைவரையலாம்.

முதல்கதிர்:முதன்மைஅச்சுக்கு இணையானகதிர் (விதி 1). இரண்டாம் கதிர்: வளைவுமையத்தைநோக்கிச் செல்லும் கதிர் (விதி 2).



படம் 6.10 குவியாடியால் ஏற்படும் பிம்பம்

குறிப்பு: குவி ஆடிக்குப் பின் புறமுள்ளகதிர்கள் அனைத்தும் புள்ளிக்கோட்டினால் குறிக்கப்படும்.

முதன்மைஅச்சுக்கு இணையானOAஎன்றகதிர் ADதிசையில் எதிரொளிக்கப்படுகிறது. கதிர் OBமீண்டும் அதேபாதையில் திரும்புகிறது. இவ்விருகதிர்களும் விரிந்துசெல்கின்றன. ஆனால்,பின்புறம் நீட்டப்படும் போதுஅவைபுள்ளிI-இல் வெட்டிக்கொள்வதுபோல் தெரிகின்றது. எனவே,IIஎன்பதுOO' ன் பிம்பம் ஆகும். அதுநேரான,பொருளைவிடச் சிறியதாகவுள்ள மாய பிம்பம் ஆகும்.

**குவியாடியின் பயன்கள்:**

குவியாடிகள் வாகனங்களின் பின்னோக்குக் கண்ணாடியாகபயன்படுகின்றன. அவைபொருளைவிடச் சிறியதான,நேரான, மாய பிம்பத்தையேஎப்போதும் உருவாக்குகின்றன. பின்னேவரும் வாகனங்கள் அருகில் நெருங்கிவரும்போது,பிம்பத்தின் அளவும் அதிகரிக்கின்றது. ஆடியைவிட்டுவாகனங்கள் விலகும் போதுபிம்பம் சிறியதாகின்றது. மேலும்,சமதளஆடியின் பார்வைப்புலத்தைவிடகுவியாடியின் பார்வைப்புலம் பெரியது. (பார்வைப்புலம் - கண் / ஆடி போன்றதொருஒளியியல் கருவியின் மூலம் நம் பார்வையில் புலப்படும் பரப்பு) போக்குவரத்துப் பாதுகாப்புக் கருவியாகசாலைகளில் குவியாடிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளதைநாம் அறிவோம். மலைப்பாதைகளில் காணப்படும் குறுகியசாலைகளின் கூர்ந்தவளைவுகளில் முன்னேவரும் வாகனங்களைக் காண இயலாத இடங்களில் இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அங்காடிகளில் ஆளில்லாப் பகுதிகளைக் கண்காணிக்கவும் இவை பயன்படுகின்றன.

வாகனங்களின் பின்னோக்குக் கண்ணாடிகளில் எழுதப்பட்டுள்ளபின்வரும் சொற்றொடரைக் கண்டதுண்டா?

“Objects in the mirror are closer than they appear” (ஆடியில் பிம்பம் தோன்றும் தொலைவைவிடபொருள்கள் மிகஅருகில் உள்ளன) ஏன்?

கணக்கீடு 3

20 செ.மீகுவியதொலைவுகொண்டகுவியாடிஒன்றுமகிமுந்து(car)ஒன்றில் பொருத்தப்பட்டுஉள்ளது. அதிலிருந்து 6 மீதொலைவில் இன்னொருமகிமுந்துஉள்ளதுஎனில்,

- முதல் மகிழுந்தின் ஆடியிலிருந்துபார்க்கும் போது இரண்டாவதுமகிழுந்து (அதன் தொலைவு) எங்கு இருக்கும்?
- இரண்டாவதுமகிழுந்து 2 மீஅலகமும் 1.6 மீஉயரமும் கொண்டதுஎனில்,அதன் பிம்பத்தின் அளவுஎன்ன?  
குவியத் தொலைவு,  $f = 20$  செ.மீ (குவியாடி)  
பொருளின் தொலைவு  $u = -6$  மீ = - 600 செ.மீ  
பிம்பத்தின் தொலைவு  $v = ?$

தீர்வு:

- பிம்பத்தின் இடத்தைஆடிச் சமன்பாட்டைக் கொண்டுஅறிதல்.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{-600} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{20} - \frac{1}{-600} = \frac{1}{20} + \frac{1}{600} = \frac{30+1}{600} = \frac{31}{600}$$

$$v = \frac{600}{31} = 19.35cm$$

- பிம்பத்தின் அளவு

$$m = \frac{-v}{u} = -\frac{v}{(u)} = -\frac{600}{31} \times \frac{1}{-600} = \frac{1}{31}$$

$$\text{பிம்பத்தின் அகலம்} = \frac{1}{31} \times 200 \text{ செ.மீ} = 6.45 \text{ செ.மீ}$$

$$\text{பிம்பத்தின் உயரம்} = \frac{1}{31} \times 160 \text{ செ.மீ} = 5.16 \text{ செ.மீ}$$

### ஒளியின் திசைவேகம்

17-ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் கலிலியோகலிலி (1564 – 1642) என்ற இத்தாலியஅறிவியலறிஞர் ஒளியின் வேகத்தைக் கணக்கிடமுயன்றார்.

ஒலேரோமர் என்றடேனியவானியலாளர் (astronomer) 1665-இல் வியாழன் கோளின் பன்னிரண்டுநிலவுகளில் ஒன்றைஅவதானித்துஅதன் மூலம் ஒளியின் திசைவேகத்தைத் தோராயமாகக் கணக்கிட்டார். இதன் மூலம் அவரதுகணக்கீட்டின் படிஒளியின் வேகம் கிட்டத்தட்ட 2,20,000 கி.மீ/வினாஅறியப்பட்டது.

1849-இல் முதன் முதலாகஅர்மண்ட் ஃபிஷே என்பவரால் பூமியில் (நிலத்தில்) இதன் வேகம் கணக்கிடப்பட்டது. இன்றுவெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகம் ஏறக்குறையமிகச்சரியாக 3,00,000 கி.மீ/வினா கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

சிலஉயிரினங்கள்	இயல்பாகவேதங்களுக்குள்	ஒளிரும்	தன்மையைப்
பெற்றுள்ளனஎன்பதுஉங்களுக்குத் தெரியுமா?	இந்தப் பண்பிற்குஉயிரிஒளிர்தல் என்றுபெயர்.		
கடலின்	அடி	ஆழத்தில்	ஒளிகுறைந்தபகுதியில்
வாழக்கூடியசிலவகையானபுழுக்கள்,மீன்,ராட்சதசிப்பிமீன்,நட்சத்திரமீன்			போன்றஉயிரினங்கள்
மற்றஉயிரினங்களிடமிருந்துதங்களைத்	தற்காத்துக்		கொள்ள
இத்தகையமின்னுகின்றஅல்லதுஒளிரும் பண்பைப் பெற்றுள்ளன.			

### ஒளிவிலகல்:

மேற்குறிப்பிட்டசெயல்பாடுஒளிவிலகலினால் ஏற்படும் நிகழ்வுஆகும். ஓர் ஊடகத்திலிருந்துமற்றோர் ஊடகத்திற்குஒளிசாய்வாகச் செல்லும் போதுஅதன் பாதையில் விலகல் ஏற்படுகிறது. இதுவேஒளிவிலகல் எனப்படுகிறது. ஒளிபுகும் ஓர் ஊடகத்திலிருந்துமாறுபட்டஅடர்த்தியுடையமற்றொருஒளிபுகும் ஊடகத்திற்குஒளிசெல்லும் போது,அதன் பாதையில் மாறுபாடுஏற்படுகிறது. இவ்விலகலுக்கு (பாதையின்



திசையில் மாறுபாடு ஒளியின் திசைவேகத்தில் ஏற்படும் மாறுபாடேகாரணமாகும். ஒளியின் திசைவேகம் அதசெல்லும் ஊடகத்தின் தன்மையைப் பொறுத்தே அமைகிறது. அடர் குறைஊடகத்தில் (அதாவது குறைந்த ஒளியியல் அடர்த்தி) ஒளியின் திசைவேகம் அதிகமாகவும் அடர்மிகுஊடகத்தில் (அதிக ஒளியியல் அடர்த்தி) திசைவேகம் குறைவாகவும் இருக்கும்.

#### சமதளஒளிபுகும் பரப்பில் ஒளிவிலகல்:

அடர் குறைஊடகத்திலிருந்து அடர் மிகுஊடகத்தினுள் ஒரு ஒளிக்கதிர் செல்லும் போது குத்துக்கோட்டை நோக்கி விலகல் அடைகிறது.

அடர் மிகுஊடகத்திலிருந்து அடர் குறைஊடகத்திற்கு ஒரு ஒளிக்கதிர் செல்லும் போது குத்துக்கோட்டை விட்டு விலகிச் செல்கிறது.

அடர்மிகுஊடகத்தின் பரப்பிற்குக் குத்தாக அதன் மீது படும் ஒளிக்கதிர் விலகல் அடைவதில்லை

#### ஒளிவிலகல் விதிகள்:

ஸ்நெல் விதிகள் எனப்படும் ஒளிவிலகல் விதிகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

- படுகதிர், விலகுகதிர், படுபுள்ளியில் இரு ஒளிபுகும் ஊடகங்களுக்கு இடையிலான தளத்திற்கு வரையப்பட்ட குத்துக்கோட்டு ஆகியவை ஒரே தளத்தில் அமைகின்றன.
- கொடுக்கப்பட்ட ஒரு ஊடகங்களுக்கு, குறிப்பிட்ட நிற ஒளியின் படுகோணத்தின் சைன் மதிப்பிற்கும், விலகுகோணத்தின் சைன் மதிப்பிற்கும் இடையே உள்ளதாக வுமாறிலி.

i என்பது படுகோணம் r என்பது விலகுகோணம் எனில்,

#### ஒளிவிலகல் விதிகள்:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{மாறிலி}$$

இம் மாறிலி முதல் ஊடகத்தைப் பொறுத்து இரண்டாவது ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண் எனப்படும். இது  $\mu_2$  (மியூ) எனப்படும் கிரேக்க எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது.

குறிப்பு:  $\mu_2$  க்கு அல்ல இல்லை. ஏனெனில், அது ஒரு ஒத்த அளவுகளின் தகவு. வெவ்வேறு ஊடகங்களில் செல்லும் ஒளியின் திசைவேகத்தைப் பொறுத்தும் ஒளிவிலகல் எண்ணை நாம் வரையறுக்கலாம்.

$$\mu = \frac{\text{காற்று (அ) வெற்றிடத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் (c)}}{\text{ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் (v)}}$$

பொதுவாகக் கூறினால்,

$$\mu = \frac{\text{ஊடகம் 1ல் ஒளியின் திசைவேகம்}}{\text{ஊடகம் 2ல் ஒளியின் திசைவேகம்}}$$

#### கணக்கீடு 4.

காற்றில் ஒளியின் திசைவேகம்  $3 \times 10^8$  மீ/வி, கண்ணாடியில்  $2 \times 10^8$  மீ/வி எனில் கண்ணாடியின் ஒளிவிலகல் எண் என்ன? தீர்வு

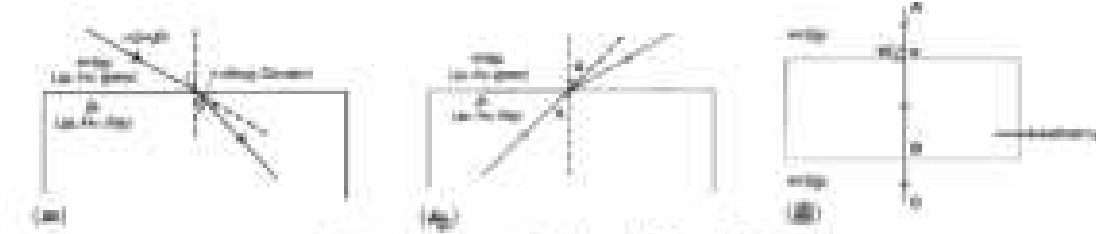
$${}^a\mu_g = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^8} = \frac{3}{2} = 1.5$$

**கணக்கீடு 5.**

அடர்குறை ஊடகத்திலிருந்து (ஊடகம் 1) அடர்மிகு ஊடகத்திற்கு (ஊடகம் 2) ஒளி செல்கிறது. படுகோணம் மற்றும் விலகுகோணம் முறையே  $45^\circ$ ,  $30^\circ$  எனில் முதல் ஊடகத்தைப் பொறுத்து 2-வது ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

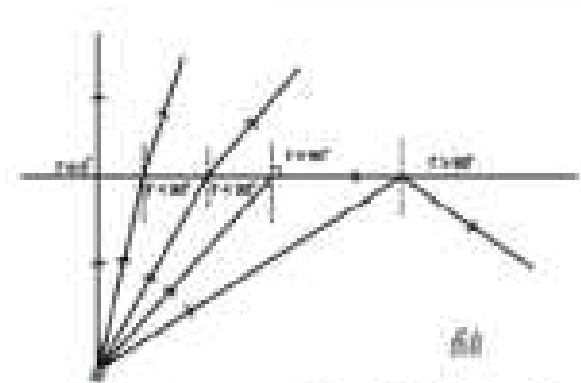
$${}_1\mu_2 = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{1/\sqrt{2}}{1/2} = \sqrt{2} = 1.414$$



படம் 6.11 ஊடக ஒளிப்பதம் பற்றிய ஒளிவிலகல்

**முழு அக எதிரொளிப்பு:**

அடர் மிகு ஊடகத்திலிருந்து அடர்குறை ஊடகத்தை நோக்கி ஒளி செல்லும் போது, அது குத்துக்கோட்டை விட்டு விலகிச் செல்கிறது. அடர் மிகு ஊடகத்தில் படு கோணம் அதிகரிக்கும் போது அடர்குறை ஊடகத்தில் அதன் விலகுகோணமும் அதிகரிக்கிறது. குறிப்பிட்ட படுகோணத்திற்கு விலகுகோணத்தின் மதிப்பு  $r = 90^\circ$  என்ற பெருமை மதிப்பை அடைகிறது. இப்படுகோணமே மாறுநிலைக்கோணம் எனப்படும். அதாவது,  $90^\circ$  விலகுகோணத்தை ஏற்படுத்தும் படுகோணம் மாறுநிலைக்கோணம் ( $Q_c$ ) எனப்படும். இந்நிலையில் விலகுகதிர் இரண்டு ஊடகத்தையும் பிரிக்கும் பரப்பை ஒட்டிச் செல்லும்.



படம் 6.12 மாறுநிலைக்கோணம்

படுகோணத்தின் மதிப்பு மாறுநிலைக்கோணத்தைவிட அதிகமாக உள்ளபோது, விலகுகதிர் வெளியேறாது; ஏனெனில்  $r = 90^\circ$  எனவே அதே ஊடகத்திலேயே ஒளி முழுவதுமாக எதிரொளிக்கப்படுகிறது. இதுவே முழு அக எதிரொளிப்பு ஆகும்.

**முழு அக எதிரொளிப்புக்கான நிபந்தனைகள்:**

- முழு அக எதிரொளிப்பு ஏற்படுவதற்கு கீழ்க்கண்ட நிபந்தனைகள் அவசியம்.
- ஒளியானது அடர் மிகு ஊடகத்திலிருந்து (எ.கா - தண்ணீர்) அடர் குறை ஊடகத்திற்குச் (எ.கா - காற்று) செல்ல வேண்டும்.
- அடர்மிகு ஊடகத்தில் படுகோணத்தின் மதிப்பு மாறுநிலைக்கோணத்தை விட அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.

**இயற்கையில் முழு அக எதிரொளிப்பு:**

கானல் நீர்: சுட்டெரிக்கும் வெளியில் சாலையில் செல்லும் போது தொலைவில் தண்ணீர்த் திட்டுகள் தோன்றுவதைக் காணலாம். இது ஒரு மாயத்தோற்றமே. வெயில் காலங்களில், தரையை ஒட்டிய காற்று சற்று சூடாகவும் மேற்பகுதிகளில் சற்று சூடு குறைவாகவும் இருக்கும். சூடான காற்றின் அடர்த்தி குறைவானது என்பதால் காற்றன் ஒளி விலகல் எண்ணும் குறைவாக இருக்கும். எனவே, ஒளிக்கதிர் காற்றில் ஒளி விலகல் அடைந்து குத்துக்கோட்டை விட்டு விலகலடைகிறது. மேலும், மாறுநிலைக் கோணத்தை விடப் படுகோணம் அதிகமாக இருப்பதால், முழு அக எதிரொளிப்பு அடைகிறது. வைரம் ஜொலிப்பதற்கும் விண்மீன்கள் மின்னுவதற்கும் காரணம் முழு அக எதிரொளிப்பே ஆகும்.

### ஒளியிழைகள்:

ஒளியிழைகள் என்பவை நெருக்கமாக பிணைக்கப்பட்ட பல கண்ணாடி இழைகளினால் (அல்லது குவார்ட்சு இழைகள்) உருவாக்கப்பட்ட இழைக்கற்றைகள் ஆகும். ஒவ்வொரு இழையும் உள்ளகம் (core) மற்றும் பாதுகாப்பு உறை (cladding) ஆகிய இரு பகுதிகளால் ஆனது. வெளியேயுள்ள பாதுகாப்பு உறையின் ஒளிவிலகல் எண்ணைவிட உள்ளகப் பொருளின் ஒளி விலகல் எண் அதிகமாக இருக்கும். ஒளியிழைகள் முழு அக எதிரொளிப்பின் அடிப்படையில் செயல்படுகின்றன. ஒரு முனையில் அனுப்பப்படும் ஒளிச் சைகை நெடுகிலும் பல முழு அக எதிரொளிப்புகளுக்கு உட்பட்டு, இறுதியாக மற்றொரு முனையில் வெளியேறும்.

நீண்ட தொலைவுகளுக்கு ஒலி, ஒளிச் சைகைகளை அனுப்ப ஒளி இழைகள் பயன்படுகின்றன. ஒளி இழைகளின் நெகிழும் தன்மையால் பெரிய அளவிலான அறுவைச் சிகிச்சைக்குப் பதிலாக சிறு கீறல்களின் மூலம், வேண்டிய சிகிச்சைகள் செய்திடவும், உடல் உள் உறுப்புக்களைக் காணவும் அவை மருத்துவர்களுக்கு உதவுகின்றன.

இந்தியாவைச்	சேர்ந்த	நரிந்தர்	கபானி	என்ற
இயற்பியலாளர்	இழை	ஒளியியலின்	தந்தை	என
அழைக்கப்படுகிறார்.				



## 10<sup>th</sup> அறிவியல்

### அலகு-2 ஒளியியல்

#### ஒளியின் பண்புகள்:

முதலில் ஒளியின் பண்புகள் மற்றும் ஒளிவிலகல் ஆகியவற்றை நினைவு கூர்வோம்.

1. ஒளிஎன்பது ஒருவகை ஆற்றல்
2. ஒளிஎப்போதும் நேர்க்கோட்டில் செல்கிறது.
3. ஒளிபரவுவதற்கு ஊடகம் தேவையில்லை. வெற்றிடத்தின் வழியாகக் கூட ஒளிக்கதிர் செல்லும்.
4. காற்றில் அல்லது வெற்றிடத்தில் ஒளியின் திசைவேகம்  $C = 3 \times 10^8$  மீ/வி<sup>-1</sup>
5. ஒளியானது அலைவடிவில் செல்வதால் அது அலைநீளம் ( $\lambda$ ) மற்றும் அதிர்வெண் ( $\nu$ ) ஆகிய பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும். இவை  $C = \nu\lambda$  என்ற சமன்பாட்டின் மூலம் தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது.
6. ஒளியின் வெவ்வேறு நிறங்கள் வெவ்வேறு அலைநீளங்களையும், அதிர்வெண்களையும் பெற்றிருக்கும்.
7. கண்ணுறு ஒளியில் ஊதாநிறம் குறைந்த அலைநீளத்தையும், சிவப்புநிறம் அதிக அலைநீளத்தையும் கொண்டிருக்கும்.
8. ஒளியானது இருவேறு ஊடகங்களின் இடைமுகப்பை அடையும் போது, அது பகுதியளவு எதிரொளிக்கும், பகுதியளவு விலகல் அடையும்.

#### கூட்டொளியில் ஏற்படும் ஒளிவிலகல்:

சூரியன் இயற்கையில் அமைந்த ஒளி மூலம் என்று நாம் அறிந்திருக்கிறோம். ஓர் ஒளி மூலமானது ஒரே ஒரு நிறத்தைக் கொண்ட ஒளியை வெளியிடுமானால் அது 'ஒற்றை நிற ஒளி மூலம்' எனப்படும். ஆனால் கூட்டொளி மூலங்கள் (Composite Sources) பல்வேறு நிறங்களை உள்ளடக்கிய வெள்ளொளியைத் தருகின்றன. எனவே சூரிய ஒளியானது பல்வேறு நிறங்களை அல்லது அலைநீளங்களைக் கொண்ட கூட்டொளியாகும். கூட்டொளி மூலத்திற்கு மற்றொரு எடுத்துக்காட்டு பாதரச ஆவிவிளக்கு ஆகும். வெள்ளொளியை ஒரு கண்ணாடி முப்பட்டகத்தில் வழியாகச் செலுத்தி வெளிவரும் ஒளிக்கதிர்களை உற்றுநோக்கும் போது என்ன நிகழ்கிறது?

வெள்ளொளிக் கற்றையானது, கண்ணாடி, நீர் போன்ற ஒளிபுகும் ஊடகத்தில் ஒளிவிலகல் அடையும் போது அதில் உள்ள நிறங்கள் தனித் தனியாகப் பிரிகை அடைகின்றன. இந்நிகழ்வு 'நிறப்பிரிகை' எனப்படும்.

நிறங்களின் தொகுப்பானது 'நிறமாலை' என்று அழைக்கப்படுகிறது. நிறமாலையானது ஊதா, கருநீலம் (Indigo), நீலம், பச்சை, மஞ்சள், ஆரஞ்சு மற்றும் சிவப்பு ஆகிய நிறங்களைக் கொண்டுள்ளது.

மற்றும் சிவப்பு ஆகிய நிறங்களைக் கொண்டுள்ளது. இந்நிறங்கள் "VIBGYOR" என்ற சுருக்கக் குறியீட்டின் மூலம் குறிப்பிடப்படுகிறது. வெள்ளொளியானது, ஒளிபுகும் ஊடகத்தில் செல்லும் போது வெவ்வேறு நிறங்கள் ஏற்படக் காரணம் தான் என்ன? வெள்ளொளியானது ஒளிபுகும் ஊடகத்தில் செல்லும் போது வெவ்வேறு நிறங்கள் வெவ்வேறு கோணங்களில் விலகல் அடைவதால் நிறப்பிரிகை ஏற்பட்டு நிறமாலை தோன்றுகிறது. ஊடகத்தில் ஒளிக்கதிரின் விலகல்கோணமானது நிறங்களைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது.

கண்ணுறு ஒளியில் சிவப்புநிறம், மிகக் குறைந்த விலகல்கோணத்தையும், ஊதாநிறம் மிக அதிகமான விலகல்கோணத்தையும் பெற்றுள்ளன. எந்நெல் விதிப்படி, விலகல்கோணமானது ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்ணைச் சார்ந்து அமையும். வெவ்வேறு நிறங்களுக்கு ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்

வெவ்வேறாக இருக்கும். எனவே, ஒரு ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண் ஒளிக்கதிரின் அலைநீளத்தைச் சார்ந்தது என அறியலாம்.

### ஒளிச்சிதறல்:

சூரிய ஒளி, புவியின் வளிமண்டலத்தில் நுழையும் போது, வளிமண்டலத்தில் உள்ள பல்வேறுவாயு அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளால் அனைத்துதிசைகளிலும் விலகல் அடையச் செய்யப்படுகிறது. இந்நிகழ்வு 'ஒளிச்சிதறல்' எனப்படுகிறது. இந்நிகழ்வில் ஒளிக்கற்றையானது ஊடகத்தில் (காற்றில்) உள்ளதுகளுடன் இடைவினையில் ஈடுபடும் போது, அவை அனைத்துத் திசைகளிலும், திருப்பிவிடப்பட்டுச் சிதறல் நிகழ்கிறது. இடைவினையில் ஈடுபடும் துகள் சிதறலை உண்டாக்கும் துகள் (Scatterer) எனப்படுகிறது.



### ஒளிச்சிதறலின் வகைகள்:

ஒளிக்கற்றையானது, ஊடகத்தில் உள்ளதுகளுடன் இடைவினையாற்றும் போது, பல்வேறுவகையான சிதறல்கள் ஏற்படுகின்றன.

ஒளிக்கற்றையின் தொடக்கமற்றும் இறுதி ஆற்றலை அடிப்படையாகக் கொண்டு, ஒளிச்சிதறலை 1. மீட்சிச் சிதறல் மற்றும் 2. மீட்சியற்ற சிதறல் என இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

### மீட்சியற்ற சிதறல்:

சிதறல் அடையும் ஒளிக்கற்றையின் தொடக்கமற்றும் இறுதி ஆற்றல்கள் சமமற்று இருப்பின் அச்சிதறல் மீட்சியற்ற சிதறல் எனப்படும்.

### மீட்சியற்ற சிதறல்:

சிதறலை உண்டாக்கும் துகளின் தன்மை மற்றும் அளவைப் (size) பொறுத்து சிதறலைக் கீழ்கண்டவாறு வகைப்படுத்தலாம்.

ராலே ஒளிச்சிதறல், மீ ஒளிச்சிதறல், டிண்டால் ஒளிச்சிதறல், இராமன் ஒளிச்சிதறல்

### ராலே ஒளிச்சிதறல்:

சூரியனிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் வளிமண்டலத்தில் உள்ளவாயு அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளால் சிதறலடிக்கப்படுவதே 'ராலே ஒளிச்சிதறல்' ஆகும்.

### ராலே சிதறல் விதி:

ஓர் ஒளிக்கதிர் சிதறலடையும் அளவானது, அதன் அலைநீளத்தின் நான்மடிக்கு எதிர்த்த தகவல் இருக்கும்.

$$\text{சிதறல் அளவு} \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

இவ்விதியின் படி, குறைந்த அலைநீளம் கொண்ட நிறமானது, அதிக அலைநீளம் கொண்ட நிறத்தை விட அதிகமாக சிதறல் அடைகிறது.

சூரிய ஒளியானது வளிமண்டலத்தில் வழியாகச் செல்லும் போது, குறைந்த அலைநீளம் உடைய நீல நிறமானது, அதிக அலைநீளம் கொண்ட சிவப்பு நிறத்தை விட அதிகமாக சிதறல் அடைகிறது. இதனால் வானம் நீல நிறமாகத் தோன்றுகிறது.

சூரிய உதயம் மற்றும் மறைவின் போது, சூரிய ஒளியானது, நண்பகலில் இருப்பதை விட வளிமண்டலத்தில் அதிகத் தொலைவு செல்ல வேண்டியிருக்கிறது. எனவே நீல நிற ஒளியானது முற்றிலுமாகச் சிதறலடைந்து சென்று விடுவதால், குறைவாகச் சிதறல் அடைந்த சிவப்பு நிற ஒளியே நம்மை அடைகிறது. எனவே, சூரிய உதயம் மற்றும் மறைவின் போது சூரியன் சிவப்பாகக் காட்சியளிக்கிறது.

### ‘மீ’-ஒளிச்சிதறல் (Mie-Scattering):

ஒளிச் சிதறலை ஏற்படுத்தும் துகளின் விட்டமானது, படும் ஒளிக்கதிரின் அலைநீளத்திற்குச் சமமாகவோ அல்லது அலைநீளத்தை விட அதிகமாகவோ இருக்கும் போது மீ-ஒளிச்சிதறல் ஏற்படுகிறது. இச்சிதறல் மீட்சி சிதறல் வகையை சார்ந்தது. மேலும் சிதறல் அளவானது ஒளிக்கதிரின் அலைநீளத்தைச் சார்ந்தது அன்று.

வளிமண்டலத்தில் கீழ் அடுக்குப்பகுதியில் உள்ள தூசு, புகை, நீர்த்துளிகள் மற்றும் சில துகள்களால் மீ-சிதறல் ஏற்படுகிறது.

மேகக்கூட்டங்கள் வெண்மை நிறமாகக் காட்சியளிக்க மீ-சிதறல் காரணமாக அமைகிறது. வெள்ளொளியானது மேகத்தில் உள்ள நீர்த்துளிகளின் மீது படும் போது, அந்நீர்த்துளிகள் அனைத்து நிறங்களையும் சமமாகச் சிதறல் அடையச் செய்கின்றன.

மிக நுண்ணிய துகள்கள் மற்றொரு பொருளில் சம அளவில் விரவி இருப்பதை கூழ்மம் என்கிறோம். எ.கா. பால், புகை, ஐஸ்கிரீஸ் மற்றும் கலங்கலான நீர்

இதனால் சிதறல் அடைந்த அனைத்து நிறங்களும் ஒன்றாகச் சேர்ந்து வெண்மை நிறமாக மாறுகின்றன.

### டிண்டால் ஒளிச்சிதறல்:

சூரிய ஒளிக்கற்றையானது, தூசுகள் நிறைந்த ஓர் அறையின் சாளரத்தின் வழியே நுழையும் போது ஒளிக்கற்றையின் பாதை நமக்குத் தெளிவாகப் புலனாகிறது. அறையில் உள்ள காற்றில் கலந்திருக்கும் தூசுகளால் ஒளிக்கற்றையானது சிதறலடிக்கப்படுவதால் ஒளிக்கற்றையின் பாதை புலனாகிறது. இந்நிகழ்வு டிண்டால் ஒளிச்சிதறலுக்கு எடுத்துக்காட்டு ஆகும்.

ஒரு கூழ்மக் கரைசலில் உள்ள கூழ்மத்துகள்களால், ஒளிக்கதிர்கள் சிதறலடிக்கப்படுகின்ற நிகழ்வு டிண்டால் ஒளிச்சிதறல் அல்லது டிண்டால் விளைவு எனப்படும்.

### இராமன் ஒளிச்சிதறல்:

வாயுக்கள் அல்லது திரவங்கள் அல்லது ஒளிபுகும் தன்மை கொண்ட திண்மங்களின் வழியாக ஒற்றை நிற ஒளியானது இணைக் கற்றைகளாகச் செல்லும் போது அவற்றின் ஒரு பகுதி சிதறல் அடைகிறது. சிதறலடைந்த கதிரானது, படுகின்ற கதிரின் அதிர்வெண்ணைத் தவிர சில பகுதி அதிர்வெண்களையும் உள்ளடக்கியதாக இருக்கும். இந்நிகழ்வு ‘இராமன் ஒளிச்சிதறல்’ எனப்படுகிறது.

ஒளிக்கதிரானது, தூய திரவங்கள் மற்றும் ஒளிபுகும் தன்மை கொண்ட திண்மங்களில் உள்ள துகள்களுடன் இடைவினை புரிவதன் காரணமாக ஒளிக்கதிரின் அலைநீளம் மற்றும் அதிர்வெண்ணில் மாற்றங்கள் ஏற்படும் நிகழ்வை ‘இராமன் ஒளிச்சிதறல்’ என வரையறுக்கலாம்.

படுகதிரின் அதிர்வெண்ணுக்குச் சமமான அதிர்வெண்ணைக் கொண்ட நிறமாலைவரிகள் ‘ராலேவரிகள்’ என்றும், புதிய அதிர்வெண்களைக் கொண்ட நிறமாலைவரிகள் ‘இராமன் வரிகள்’ என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

படுகதிரின் அதிர்வெண்ணைவிடக் குறைவான அதிர்வெண் கொண்ட நிறமாலையரிகளை 'ஸ்டோக் வரிகள்' என்றும், படுகதிரின் அதிர்வெண்ணைவிட அதிகமான அதிர்வெண்ணைக் கொண்ட நிறமாலையரிகளை 'ஆண்டிஸ்டோக் வரிகள்' என்றும் அழைக்கிறோம்.

இராமன் விளைவைப் பற்றி மேலும் விரிவாக உயர்வகுப்புகளில் கற்கலாம்.

### லென்சுகள்:

இருபரப்புகளுக்கு இடைப்பட்ட ஒளிபுகும் தன்மை கொண்ட ஊடகம் 'லென்சு' எனப்படும். இப்பரப்புகள் இரண்டும் கோளகப் பரப்புகளாகவோ அல்லது ஒரு கோளகப் பரப்பும், ஒரு சமதளப் பரப்பும் கொண்டதாகவோ அமைந்திருக்கும். பொதுவாக லென்சுகள் 1. குவிலென்சு 2. குழிலென்சு என இரு வகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

#### 1. குவிலென்சு அல்லது இருபுறக் குவிலென்சு:

இவை இருபுறமும் கோளகப் பரப்புகளைக் கொண்டது. இவை மையத்தில் தடித்தும், ஓரங்களில் மெலிந்தும் காணப்படும். இவற்றின் வழியாகச் செல்லும் இணையான ஒளிக்கற்றைகள் ஒரு புள்ளியில் குவிக்கப்படுகின்றன. எனவே இவை 'குவிக்கும் லென்சுகள்' என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

#### 2. குழிலென்சு அல்லது இருபுறக் குழிலென்சு:

இவை இருபுறமும் உள்ளநோக்கிக் குழிந்த கோளகப் பரப்புகளைக் கொண்டது. இவை மையத்தில் மெலிந்தும், ஓரங்களில் தடித்தும் காணப்படும். இவற்றின் வழியாகச் செல்லும் இணையான ஒளிக்கற்றைகள் விரிந்து செல்கின்றன. எனவே இவை 'விரிக்கும் லென்சுகள்' என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

### பிறவகை லென்சுகள்:

**தட்டக் குவிலென்சு:** ஓர் இருபுறக் குவிலென்சின் ஒரு பரப்பு சமதளப் பரப்பாக அமைந்திருந்தால் அது தட்டக் குவிலென்சு எனப்படும்.

**தட்டக் குழிலென்சு:** ஓர் இருபுறக் குழிலென்சின் ஒரு பரப்பு சமதளப் பரப்பாக அமைந்திருந்தால் அது தட்டக் குழிலென்சு எனப்படும்.

பல்வேறு வகையான லென்சுகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

### குவிலென்சு மற்றும் குழிலென்சில் நடைபெறும் ஒளிவிலகலால் பிம்பங்கள் தோன்றுதல்:

பொருளொன்று லென்சிற்கு முன்பாக வைக்கப்படும் போது, பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் லென்சின் மீது விழுந்து பிம்பங்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. லென்சினால் தோற்றுவிக்கப்படும் பிம்பத்தின் நிலை, அளவு மற்றும் தன்மை ஆகியவற்றைப் புரிந்துகொள்ள சில அடிப்படை விதிகள் தெரிந்திருக்க வேண்டும். இவ்விதிகளைப் பின்பற்றியே லென்சுகளால் உருவாக்கப்படும் பிம்பங்கள் குறித்துப் பகுத்தறிய வேண்டும்.



படம் 2.3 ஒளியியல் மையத்தின் வழியாக ஒளிக்கதிர் செல்லுதல்

#### விதி 1:

ஒளிக்கதிரானது ஒரு குவிலென்சு அல்லது குழிலென்சின் ஒளியியல் மையத்தின் வழியாகச் செல்லும் போது விலகலடையாமல் அதேபாதையில் செல்கிறது.

**விதி 2**

முதன்மைஅச்சுக்கு இணையாகவரும் ஒளிக்கதிர்கள், குவிலென்சின் குவியத்தில் குவிக்கப்படும். குழிலென்சின் குவியத்திலிருந்துவிலகலடைந்துசெல்வதுபோல் தோன்றும்.

மீதுபடும்போதுமுதன்மைக்  
மீதுபடும்போதுமுதன்மைக்

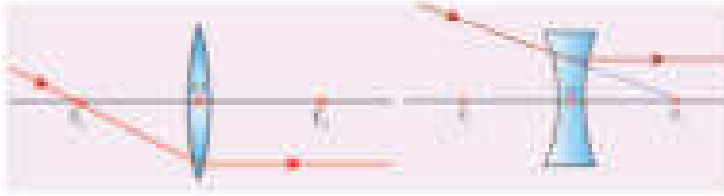


**படம் 24** ஒளிவியல் அச்சுக்கு இணையாக ஒளிக்கதிர் செல்லுதல்

**விதி3 :**

முதன்மைக்குவியம் வழியாகச் சென்றுகுவிலென்சின் குவியத்தைநோக்கிச் சென்றுகுழிலென்சின் விலகலடைந்தபிறகுமுதன்மைஅச்சுக்கு இணையாகச் செல்லும்.

மீதுவிழும் ஒளிக்கதிர்களும்,முதன்மைக்  
மீதுவிழும் ஒளிக்கதிர்களும்

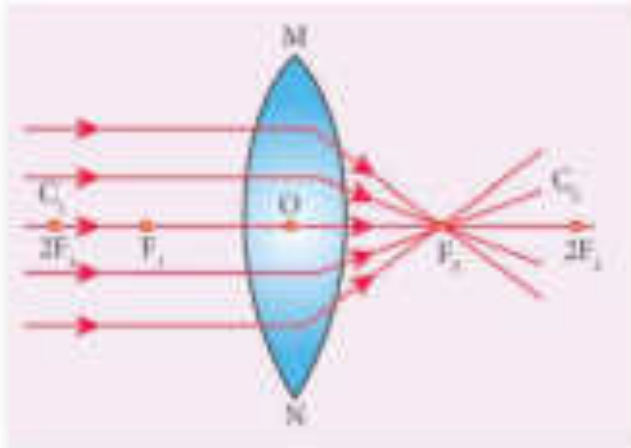


**படம் 25** முதன்மைக் குவியத்தின் வழியாக செல்லு முதன்மைக் குவியத்தை நோக்கி ஒளிக்கதிர் செல்லுதல்.

**குவிலென்சின் வழியாகஒளிவிலகல்:**

வெவ்வேறுதொலைவுகளில் பொருள் வைக்கப்படும் போது,குவிலென்சினால் உருவாக்கப்படும் பிம்பங்கள் குறித்துவிரிவாகக் காண்போம்.

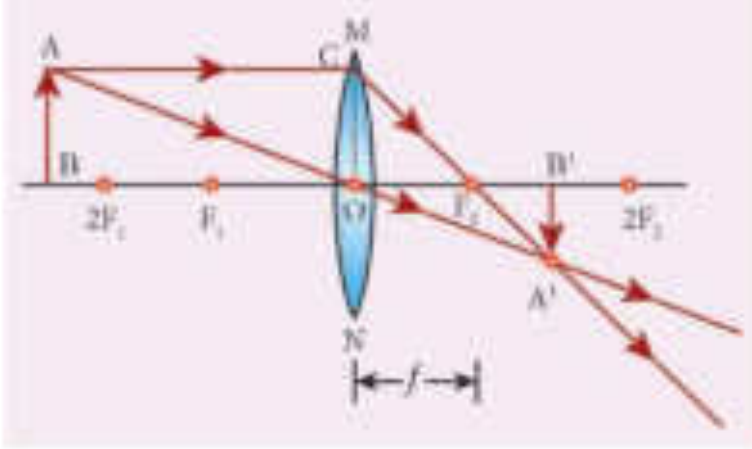
பொருள் ஈறிலாத் தொலைவில் உள்ளபோது பொருள் ஈறிலாத் தொலைவில் வைக்கப்படும் போது,முதன்மைக் குவியத்தில் மெய்ப்பிம்பம் உருவாக்கப்படுகிறது. பிம்பத்தின் அளவுபொருளின் அளவைவிடப் பலமடங்குசிறியதாக இருக்கும்.



பொருள் Cக்குஅப்பால் வைக்கப்படும் போது(>2F)



பொருளானதுவளைவுமையத்திற்குஅப்பால் வைக்கப்படும் போது,சிறியதலைகீழான,மெய்ப்பிம்பமானதுலென்சின் மறுபுறம் வளைவுமையத்திற்கும்,முதன்மைக் குவியத்திற்கும் இடையேதோன்றுகிறது.

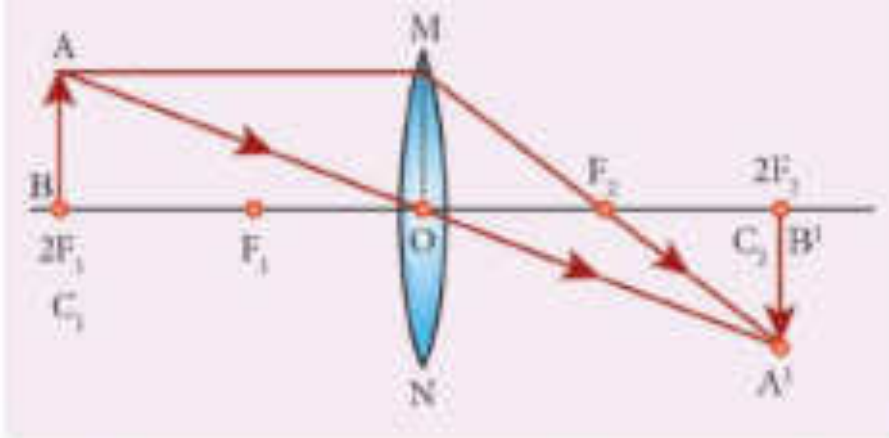


**படம் 2.7 பொருள் C க்கு அப்பால் உள்ள பொழுது**

பொருள் C ல் வைக்கப்படும் போது பொருளொன்றுகுவிலென்சின் போது,அதேஅளவிலான,தலைகீழான,மெய்ப்பிம்பம் வளைவுமையத்தில் கிடைக்கிறது.

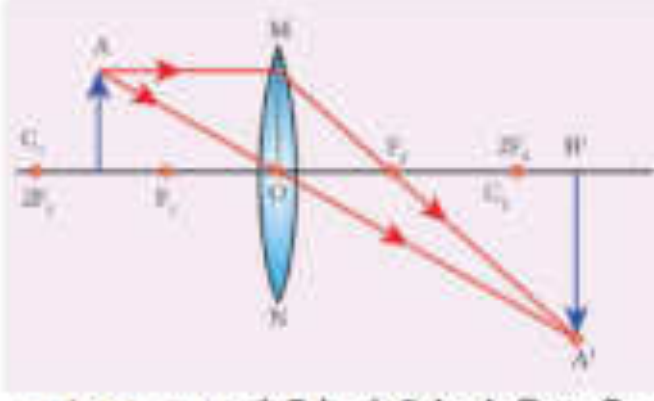
வளைவுமையத்தில் லென்சின்

வைக்கப்படும் மற்றொருபக்கத்தின்



**படம் 2.8 பொருள் C ல் வைக்கப்படும் பொழுது.**

பொருள் Fக்கும் Cக்கும் இடையேவைக்கப்படும் பொழுது. பொருளொன்று,குவிலென்சின் வளைவுமையத்திற்கும்,முக்கியகுவியத்திற்கும் இடையேவைக்கப்படும் போதுஅளவில் பெரிய,தலைகீழான,மெய்ப்பிம்பம் லென்சின் மறுபுறத்தில் வளைவுமையத்திற்குஅப்பால் உருவாகிறது.



**படம் 2.9** பொருள் F க்கும் C க்கும் இடையே வைக்கப்படும் பொழுது

பொருள் முதன்மைக் குவியத்தில் வைக்கப்படும் பொழுது, பொருளொன்று, குவிலென்சின் முதன்மைக் குவியத்தில் வைக்கப்படும் போது, அளவில் பெரியதலைகீழான, மெய்ப்பிம்பம் ஈறிலாத் தொலைவில் உருவாக்கப்படுகிறது.

பொருள் முதன்மைக் குவியம்  $F$  மற்றும் ஒளியியல் மையம்  $O$  ஆகியவற்றுக்கு இடையே வைக்கப்படும் போது, பொருளொன்று, குவிலென்சின் முதன்மைக் குவியத்திற்கும், ஒளியியல் மையத்திற்கும் இடையே வைக்கப்படும் போது, அளவில் பெரிய, நேரானமாயப்பிம்பத்தைப் பொருள் இருக்கும் அதேபக்கத்தில் உருவாக்குகிறது.

#### குவிலென்சின் பயன்பாடுகள்:

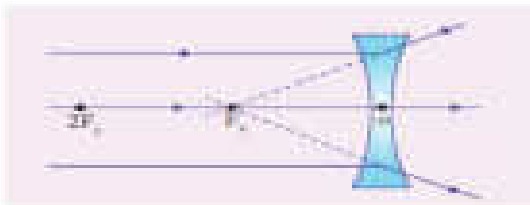
1. இவை ஒளிப்படக் கருவியில் பயன்படுகின்றன.
2. இவை உருப்பெருக்கும் கண்ணாடிகளாகப் பயன்படுகின்றன.
3. இவை நுண்ணோக்கிகள், தொலைநோக்கிகள் மற்றும் நடுவப்படவீழ்த்திகள் (Slide Projector) போன்றவற்றின் உருவாக்கத்தில் பயன்படுகின்றன.
4. தூரப்பார்வை என்ற பார்வைக் குறைபாட்டைச் சரிசெய்யப் பயன்படுகின்றன.

#### குவிலென்சின் வழியாக ஒளிவிலகல்:

குவிலென்சின் முன்பாகவாய்ப்புள்ள இரண்டு நிலைகளில் பொருள் வைக்கப்படும் போது உருவாக்கப்படும் பிம்பங்கள் குறித்துக் காண்போம்.

#### பொருள் ஈறிலாத் தொலைவில் உள்ள பொழுது

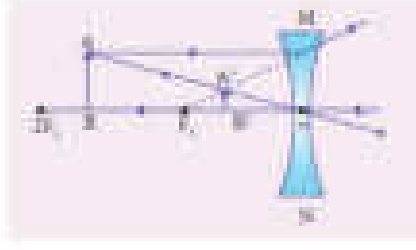
பொருளொன்று, குழி லென்சின் முன்பாக, ஈறிலாத் தொலைவில் வைக்கப்படும் போது, நேரான, மிகச்சிறியமாயப்பிம்பம் குழிலென்சின் முதன்மைக் குவியத்தில் உருவாக்கப்படுகிறது.



**படம் 2.12** குழிலென்சு-பொருள் ஈறிலாத் தொலைவில் உள்ள பொழுது

பொருளானது அளவிடக்கூடிய தொலைவில் வைக்கப்படும் போது

பொருளொன்று குழிலென்சிற்கு முன்பாக, அளவிடக்கூடிய தொலைவில் வைக்கப்படும் போது, குழிலென்சின் ஒளியியல் மையத்திற்கும், முதன்மைக் குவியத்திற்கும் இடையே நேரான, சிறியமாயப்பிம்பத்தை உருவாக்குகிறது.



லென்சிற்ும் பொருளுக்கும் இடையே உள்ளதொலைவுகறையும் போது,பிம்பத்திற்கும் லென்சிற்ும் இடையே உள்ளதொலைவும் குறைகிறது. மேலும் பிம்பத்தின் அளவு அதிகரிக்கிறது.



### குழிலென்சின் பயன்பாடுகள்:

1. இவைகலிலியோதொலைநோக்கியில் கண்ணருகுலென்சாகப் பயன்படுகின்றன.
2. இவைவெளியாட்களைத் தெரிந்துகொள்ளவீட்டின் கதவுகளில் ஏற்படுத்தப்படும் உளவுத் துளைகளில் பொருத்தப்படுகின்றன.
3. இவைகிடட்பார்வைஎன்னும் பார்வைக் குறைபாட்டைச் சரிசெய்யப் பயன்படுகின்றன.

### லென்சசமன்பாடு:

கோளகஆடிகளின் போலவே,கோளகலென்சுகளுக்குலென்சசமன்பாடுஉருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. இச் சமன்பாடுபொருளின் தெலைவு(u),பிம்பத்தின் தொலைவு(v)மற்றும் குவியத் தொலைவு(f)ஆகியவற்றைத் தொடர்புபடுத்துகிறது.

லென்சசமன்பாடானது,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u} \text{ எனக் குறிக்கப்படுகிறது.}$$

இதுகுவிடென்சமற்றும் குழிலென்சஆகியவற்றிற்குப் பொதுவானது.

லென்சதொடர்பானகணக்குகளுக்குவிடைகாணமுற்படும் போது,பயன்படுத்தப்படும் அளவுகளுக்கானதகுந்தகுறியீட்டினைமிகுந்தகவனத்துடன் கையாளவேண்டும்.

### குறியீட்டுமரபு:

லென்சுகளின் கதிர் வரைபடங்களில் பல்வேறுதொலைவுகளைஅளவிடுவதற்குக் கார்டீசியன் குறியீட்டுமரபுயன்படுத்தப்படுகிறது. இக்குறியீட்டுமரபின் படி,

1. பொருள் எப்போதும் லென்சிற்ு இடப்பக்கம் வைக்கப்படவேண்டும்
2. அனைத்துதொலைவுகளும்,ஒளியியல் மையத்திலிருந்தேஅளக்கப்படவேண்டும்.
3. படுகதிரின் திசையில் மேற்கொள்ளப்படும் அளவீடுகளைநேர்குறியாகக் கொள்ளவேண்டும்.
  1. படுகதிரின் திசைக்குஎதிர்த்திசையில் மேற்கொள்ளப்படும் அளவீடுகளைஎதிர்குறியாகக் கொள்ளவேண்டும்.
  2. முதன்மைஅச்சுக்குச் செங்குத்தாகமேல்நோக்கிஅளக்கப்படும் அளவுகளைநேர்குறியாகக் கொள்ளவேண்டும்.
  3. முதன்மைஅச்சுக்குச் செங்குத்தாகக் கீழ்நோக்கிஅளக்கப்படும் அளவுகளைஎதிர்குறியாகக் கொள்ளவேண்டும்.

### லென்சின் உருப்பெருக்கம்:

கோளகஆடிக்களைப் போலவே,கோளகலென்சுகளும் உருப்பெருக்கம் செய்கின்றன. பிம்பத்தின் உயரத்திற்கும்,பொருளின் உயரத்திற்கும் இடையேஉள்ளதகவு “உருப்பெருக்கம்” எனப்படுகிறது. உருப்பெருக்கம் “m” என்றஎழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. பொருளின் உயரத்தைh எனவும்,பிம்பத்தின் உயரத்தைh' எனவும் கொண்டால்,

$$m = \frac{\text{பிம்பத்தின் உயரம்}}{\text{பொருளின் உயரம்}} = \frac{h'}{h}$$

உருப்பெருக்கமானது, பிம்பத்தின் தொலைவு மற்றும் பொருளின் தொலைவு ஆகியவற்றைக் கொண்டும் தொடர்பு படுத்தப்படுகிறது.

$$m = \frac{\text{பிம்பத்தின் தொலைவு}}{\text{பொருளின் தொலைவு}} = \frac{v}{u}$$

உருப்பெருக்கத்தின் மதிப்பு 1 ஐ விட அதிகமாக இருந்தால், பொருளை விடப் பெரிய பிம்பமும், 1 ஐ விட குறைவாக இருந்தால் பொருளை விடச் சிறிய பிம்பமும் கிடைக்கும்.

### லென்சைஉருவாக்குவோர் சமன்பாடு:

அனைத்துலென்சுகளும் ஒளிபுகும் ஊடகங்களால் உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்தஊடகங்கள் வேறுபட்டஒளிவிலகல் எண்களைக் கொண்டவை. லென்சைஉருவாக்கும் ஒருவர் லென்சின் விளைவுஆரம் மற்றும் ஒளிவிலகல் எண் குறித்துஅறிந்திருக்கவேண்டும். லென்சுசமன்பாடானது,குவியத் தொலைவு,பொருள் மற்றும் பிம்பத்தின் தொலைவுஆகியவற்றைமட்டுமேதொடர்புப்படுத்துவதால்,லென்சின் வளைவுஆரம்,ஒளிவிலகல் எண் மற்றும் குவியத்தொலைவுஆகியவற்றைத் தொடர்புபடுத்தும் சமன்பாடுஒன்றுதேவைப்படுகிறது. இத்தேவையைநிறைவேற்றுவதற்காக “லென்சைஉருவாக்குவோர் சமன்பாடு” (Lens Maker's Formula)உருவாக்கப்பட்டது. இச்சமன்பாட்டின் பாடி,

$$\frac{1}{f} = (\mu - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

இங்குμ என்பதுலென்சுசெய்யப் பயன்படுத்தப்பட்டபொருளின் ஒளிவிலகல் எண்,R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>என்பவை லென்சின் இரு கோளகப் பரப்புகளின் வளைவுஆரங்கள் f என்பதுகுவியத் தொலைவுஆகும்.

லென்சுசமன்பாடும் சமன்பாடுஆகியவைமெல்லியலென்சுகளுக்குமட்டுமேபொருந்தக் தடிமனானலென்சுகளுக்கு செய்துபயன்படுத்தப்படுகின்றன.	லென்சைஉருவாக்குவோர் கூடியவை. சிறியமாற்றங்கள்
--	--

### லென்சின் திறன்:

ஒருஒளிக்கதிர் லென்சின் மீதுபடும்போதுஅக்கதிரானதுகுவிக்கப்படும் அல்லதுவிரிக்கப்படும் அளவானதுலென்சின் குவியத்தொலைவைப் பொறுத்தது. லென்சுஒன்றுதன் மீதுவிழும் ஒளிக்கதிர்களைக் குவிக்கும் (குவிலென்சு) அல்லதுவிரிக்கும் (குழிலென்சு) அளவுலென்சின் திறன் எனப்படுகிறது. எனவே,லென்சின் திறன் என்பதுஒருலென்சின் குவிக்கும் அல்லதுவிரிக்கும் திறன் எனவரையறுக்கப்படுகிறது. லென்சின் திறன் என்பதுஎண்ணளவில் அந்தலென்சின் குவியத் தொலைவின் தலைகீழ் மதிப்பிற்குச் சமம் எனவரையறுக்கப்படுகிறது.

$$P = \frac{1}{f}$$

லென்சின் திறனின் SIஅலகு “டையாப்டர்” ஆகும். இது'D'என்றஎழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. லென்சின் குவியத் தொலைவுமீட்டர் (m) என்றஅலகாலும்,

### குவிலென்சுமற்றும் குழிலென்சுவேறுபாடுகள்:

எண்	குவிலென்சு	குழிலென்சு
1.	மையத்தில் தடித்தும் மெலிந்தும் காணப்படும்	ஓரத்தில் மெலிந்தும் தடித்தும் காணப்படும்

2.	இதுகுவிக்கும் லென்சு	இதுவிரிக்கும் லென்சு
3.	பெரும்பாலும் மெய்ப்பிம்பங்களைத் தோற்றுவிக்கும்	மாயப்பிம்பங்களைத் தோற்றுவிக்கும்.
4.	தூரப்பார்வைகுறைபாட்டைச் சரிசெய்யப் பயன்படுகிறது	கிட்டப்பார்வைகுறைபாட்டைச் சரிசெய்யப் பயன்படுகிறது.

லென்சின் திறனானதுடையாப்டர் (D) என்றஅலகாலும் குறிக்கப்படும் போது  $1D = 1 \text{ m}^{-1}$

ஒருடையாப்டர் என்பது,ஒருமீட்டர் குவியத் தொலைவுகொண்டலென்சின் திறன் ஆகும். குறியீட்டுமரபின் படி,குவிலென்சின் திறன் நேர்க்குறியாகவும்,குழிலென்சின் திறன் எதிர்க்குறியாகவும் கொள்ளப்படுகிறது.

#### மனிதக்கண்:

மனிதக்கண் மிகவும் மதிப்புவாய்ந்ததும்,நுட்பமானதுமானஉணர் உறுப்பாகும். அற்புதஉலகைக் காண்பதற்கானவழியாகவும் கண்களேஅமைகின்றன.

#### கண்ணின் அமைப்பு:

விழியானதுஏறத்தாழ 23 செ.மீவிட்டம் கொண்டகோள வடிவ அமைப்புடையது. கண்ணில் உள்ள “ஸ்கிரா” என்னும் வலிமையானசவ்வினால் கண்ணின் உள்ளூறுப்புகள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

#### கண்ணில் உள்ளமுக்கியமானபகுதிகள்:

**கார்னியா:** இது விழிக்கோளத்தின் முன் பகுதியில் காணப்படும் மெல்லியஒளிபுகும் படலம் ஆகும். இதுவேகண்ணில் ஒளவிலகல் நடைபெறும் முக்கியமானபகுதிஆகும். கார்னியாவைஅடையும் ஒளிக்கதிர்கள் ஒளிவிலகல் அடையச் செய்யப்பட்டுவிழிலென்சின் மீதுகுவிக்கப்படுகிறது.

**ஐரிஸ்:** இது கண்ணின் நிறமுடையபகுதியாகும். இதுநீலம்,பழுப்புஅல்லதுபச்சைநிறத்தில் காணப்படலாம். இதுஒவ்வொருமனிதருக்கும் தனித்தன்மைவாய்ந்தநிறம் மற்றும் அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். இதுஒளிப்படக் கருவியின் முகப்பைப் போன்றுசெயல்பட்டகண்பாவையின் உள்ளேநுழையும் ஒளிக்கதிர்களின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

**கண்பாவை:** இது ஐரிஸின் மையப்பகுதியாகும். பொருளிலிருந்துவரும் ஒளிக்கதிர்கள் கண்பாவையின் வழியாகவேவிழித்திரையைஅடைகின்றன.

**விழித்திரை (ரெட்டினா):** இது விழிக் கோளத்தில் பின்புறஉட்பரப்புஆகும். மிகஅதிகஉணர் நுட்பம் உடைய இப்பகுதியில் பொருளின் தலைகீழானமெய்ப்பிம்பம் உருவாக்கப்படுகிறது.

**சிலியரித் தசைகள்:**விழிலென்சானதுசிலியரித் தசைகளால் தாங்கப்பட்டுள்ளது. பொருள்களின் தொலைவிற்குஏற்ப,விழிலென்சுதன் குவியத் தூரத்தைமாற்றிக் கொள்ள இத்தசைகள் உதவுகின்றன.

**விழிலென்சு:** இது கண்ணின் மிகமுக்கியமானபகுதியாகும். இது இயற்கையில் அமைந்தகுவிலென்சாகச் செயல்படுகிறது.

#### செயல்படும் விதம்:

கண்ணில் உள்ளஒளிபுகும் படலமானகார்னியாதன் மீதுபடும் ஒளிக்கதிர்களை,ஐரிஸின் மையப்பகுதியில் உள்ளகண்பாவையைநோக்கித் திருப்புகிறது. இக்கதிர்கள் விழிலென்சைஅடைகின்றன. விழிலென்சானது குவி லென்சாகச் செயல்படுவதால், இக்கதிர்கள் குவிக்கப்பட்டுவிழித்திரையில் தலைகீழான,மெய்ப்பிம்பம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இம்பிம்பம் பார்வைநரம்புகள் மூலம் மூளைக்குளடுத்துச் செல்லப்பட்டு இறுதியாக மூளையானதுநேரானபிம்பத்தைஉணர்கிறது.

#### விழிஏற்பமைவுத் திறன்:

அருகில் உள்ளமற்றும் தொலைவில் உள்ளபொருள்களைத் தெளிவாகக் காண்பதற்குஏற்பவிழிலென்சுதன்னைமாற்றிஅமைத்துக் கொள்ளும் தன்மை, “விழிஏற்பமைவுத் திறன்” எனப்படுகிறது. விழிலென்சுதன்னுடையகுவியத் தொலைவைமாற்றியமைப்பதற்குசிலியரித் தசைகள் உதவுகிறது.

விழிலென்சானது, நெகிழும் தன்மைகொண்ட, ஜெல்லிபோன்றபொருளால் ஆனது. சிலியரிதசைகள் சுருங்கி, விரிவையுடைய போது, லென்சின் வளைவும், குவியத் தொலைவும் மாற்றியமைக்கப்படுகிறது. நாம் தொலைவில் உள்ளபொருள்களைக் காணும் போது, சிலியரித் தசைகள் விரிவடைவதன் மூலம் விழிலென்சின் தடிமன் குறைந்துமெல்லியதாக மாற்றப்படுகிறது. இதனால் விழிலென்சின் குவியதூரம் அதிகரிக்கப்பட்டுபொருள் தெளிவாகபுலனாகிறது. மாறாக, நாம் அருகில் உள்ளப் பொருள்களைக் காணும் போது சிலியரித்தசைகள் சுருங்குவதால் விழிலென்சின் தடிமன் அதிகரிக்கிறது. இதனால் விழிலென்சின் குவியதூரம் குறைந்துபொருளின் தெளிவானபிம்பம் விழித்திரையில் வீழ்த்தப்படுகிறது.

### பார்வைநீட்டிப்பு:

இருஅடுத்தடுத்தஒளித்துடிப்புகளுக்கு இடைப்பட்டகால இடைவெளி  $\frac{1}{16}$  வினாடியைவிடக் குறைவாக இருந்தால், மனிதக் கண்களால் அவற்றைத் தனித்தனியாகவேறுபடுத்தி அறிய இயலாது. இது “பார்வைநீட்டிப்பு” எனப்படும்.

### கண்ணின் அண்மைப்புள்ளிமற்றும் சேய்மைப்புள்ளி:

மனிதக் கண் ஒன்றினால் தன் எதிரில் உள்ளப் பொருள்களைத் தெளிவாகக் காணக்கூடிய மிகச்சிறியத் தொலைவு “தெளிவுறுகாட்சியின் மீச்சிறுத் தொலைவு” எனப்படும். இது அண்மைப்புள்ளி என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது மனிதக் கண்ணிற்குப் பொதுவாக 25 செ.மீ என்ற அளவில் இருக்கும்.

கண் ஒன்றினால், எவ்வளவுத் தொலைவில் உள்ளப் பொருள்களைத் தெளிவாகக் காணமுடிகிறதோ, அப்புள்ளி சேய்மைப்புள்ளி என்று அழைக்கப்படுகிறது. பொதுவாக, சேய்மைப்புள்ளியானது ஈறிலாத் தொலைவில் அமைந்திருக்கும்.

### கண்ணின் குறைபாடுகள்:

இயல்பாக மனித கண்களினால் 25 செ.மீ முதல் ஈறிலாத் தொலைவுவரை உள்ளப் பொருள்களைத் தெளிவாக காணமுடியும். ஆனால் வயது முதிர்வு உள்ளிட்ட பல்வேறு காரணங்களால் சில மனிதர்களின் பார்வையில் குறைபாடு ஏற்படுகிறது. கண்ணில் ஏற்படும் சில பொதுவான குறைபாடுகளைப் பற்றி விவாதிப்போம்.

### கிட்டப் பார்வை (மையோபியா):

மையோபியா என்று அழைக்கப்படும் “கிட்டப்பார்வை” என்னும் குறைபாடானது விழிக்கோளம் சிறிது நீண்டு விடுவதால் ஏற்படுகிறது. இக்குறைபாடு உள்ள மனிதர்களால் அருகில் உள்ள பொருள்களைத் தெளிவாகக் காண முடியும். ஆனால் தொலைவில் உள்ள பொருள்களை காணமுடியாது. விழி லென்சின் குவிய தூரம் குறைவதாலும், விழி லென்சிக்கும் விழித் திரைக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு அதிகரிப்பதாலும் இக்குறைபாடு ஏற்படுகிறது. இதனால் கண்ணின் சேய்மைப்புள்ளியானது, ஈறிலாத் தொலைவில் அமையாமல், கண்ணின் அண்மைப்புள்ளியை நோக்கி நகர்ந்து விடுகிறது. இதனால் தொலைவில் உள்ள பொருள்களின் பிம்பங்கள் விழித்திரைக்கு முன்பாக உருவாக்கப்படுகின்றன. தகுந்த குவியத் தொலைவு கொண்ட குழிலென்சைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் இக்குறைபாட்டை சரி செய்யலாம். பயன்படுத்தப்பட வேண்டிய குழிலென்சின் குவியத் தொலைவைப் பின்வருமாறு கண்டறியலாம்.

கிட்டப் பார்வை குறைபாடு உடைய ஒரு மனிதரால்  $x$  என்ற தொலைவுவரையுள்ள பொருள்களைக் காணமுடிகிறது எனக் கொள்வோம். அவர் ஈறிலாத் தொலைவுவரை உள்ள பொருள்களைக் காணவிரும்பினால், பயன்படுத்தப்பட வேண்டிய குழி லென்சின் குவிய தூரம்  $f = -x$

$x$  என்ற தொலைவுவரை தெளிவாகப்

பார்க்க முடிகின்ற ஒரு நபர்,  $y$  என்ற தொலைவுவரை காணவிரும்பினால், தேவைப்படும் குழிலென்சின் குவிய தூரம்

$$f = \frac{xy}{x - y}$$

### தூரப் பார்வை (ஹைப்பர் மெட்ரோபியா):

தூரப் பார்வைஎன்றுஅழைக்கப்படும் ஹெர்பர் மெட்ரோ:பியர் குறைபாடானதுவிழிக்கோளம் சுருங்குவதால் ஏற்படுகிறது. இக்குறைபாடுஉடையமனிதர்களால் தொலைவில் உள்ளபொருள்களைத் தெளிவாகக் காணமுடியும். ஆனால் அருகில் உள்ளப் பொருள்களைக் காணமுடியாது. விழிலென்சின் குவியத்தொலைவுஅதிகரிப்பதாலும்,விழிலென்சுக்கும் விழித் திரைக்கும் இடையேஉள்ளது தொலைவுகுறைவதாலும் இக்குறைபாடுஏற்படுகிறது. இதனால் அண்மைப் புள்ளியானது 25 செ.மீஎன்றதொலைவில் அமையாமல்,சேய்மைப் புள்ளியைநோக்கிநகர்ந்துவிடுகிறது. எனவே,அருகில் உள்ளபொருள்களின் பிம்பங்கள் விழித்திரைக்குஅப்பால் (பின்புறம்) உருவாக்கப்படுகின்றன. தகுந்தகுவியத்தொலைவுகொண்ட குவி லென்சினைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் இக்குறைபாட்டைச் சரிசெய்யலாம். பயன்படுத்தப்படவேண்டியகுவி லென்சின் குவியத் தொலைவைபின்வரும் முறையில் கண்டறியலாம். தூரப் பார்வைகுறைபாடுஉடையஒருமனிதரால் d என்றதொலைவிற்குஅப்பால் உள்ளபொருள்களைமட்டுமேகாணமுடிகிறதுஎனக் கொள்வோம். அவர் dக்குகுறைவாகஉள்ளDஎன்றதொலைவில் அமைந்தபொருள்களையும் காணவிரும்பினால்,பயன்படுத்தப்படவேண்டிய குவி லென்சின் குவிய தூரம்.

$$f = \frac{dD}{d - D}$$

### விழிஏற்பமைவுத் திறன் குறைபாடு

மனிதரில் ஏற்படும் வயதுமுதிர்வுகாரணமாக,சிலியரித் தசைகள் வலுவிழக்கின்றன. மேலும் விழிலென்சுதன் நெகிழ்வுத் தன்மையை இழக்கிறது. இதனால் விழியின் ஏற்பமைவுத் திறனில் குறைபாடுஏற்படுகிறது.

இக்குறைபாடுஉடையசிலவயதுமுதிர்ந்தபெரியவர்களால் அருகில் உள்ளபொருள்களைத் தெளிவாகக் காணமுடியாது. எனவே இக்குறைபாடு “வயதுமுதிர்வு தூரப்பார்வை” என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. சிலமனிதர்கள் ஒரேநேரத்தில் கிட்டப்பார்வைமற்றும் தூரப்பார்வைஆகியபார்வைக் குறைபாடுகளால் பாதிக்கப்படலாம். இக்குறைபாடானது, ”இரு குவியலென்சுகள்“ (Bifocal lenses) மூலம் சரிசெய்யப்படுகிறது. இந்தலென்சின் மேல்புறம் குழி லென்சும் (கிட்டப்பார்வையைசரிசெய்துநீண்டதொலைவில் உள்ளபொருள்களைக் காணவும்),கீழ் புறம் குவி லென்சும் (தூரப்பார்வைசரிசெய்துபடிப்பதற்குஏற்றவகையிலும்) கொண்டுஅமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

### பார்வைச் சிதறல் குறைபாடு(Astigmatism) :

இக்குறைபாடுஉடையகண்களால், இணையானமற்றும் கிடைமட்டக் கோடுகளைத் தெளிவாகக் காண இயலாது. இக்குறைபாடுமரபுரீதியாகவோஅல்லதுகண்ணில் ஏற்படும் பாதிப்புகளினாலோதோன்றலாம்.

விழிலென்சில் ஏற்படும் கண்புரை,கார்னியாவில் உருவாகும் புண்கள்,விழியின் மேற்பரப்புகளில் உண்டாகும் காயங்கள் போன்றவற்றால் விழிலென்சின் ஏற்படும் ஒழுங்கற்றதன்மையால் இக்குறைபாடுஏற்படுகிறது. உருளைலென்சுகள் (Cylindrical lenses) மூலம் இக்குறைபாட்டைச் சரிசெய்யலாம்.

### நுண்ணோக்கிகள்:

நுண்ணோக்கிகள் என்பவை மிகநுண்ணிய பொருள்களைக் காண உதவும் ஒளியியல் கருவியாகும். இவை எளிய நுண்ணோக்கிகள் மற்றும் கூட்டு நுண்ணோக்கிகள் என்று வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

### எளிய நுண்ணோக்கி:

குறைந்தகுவியத் தொலைவுகொண்ட குவி லென்சானதுஎளியநுண்ணோக்கியாகச் செயல்படுகிறது. குவி லென்சைக் கண்களுக்குஅருகில் வைத்து,பொருள்களைப் பார்க்கும் போது,பொருள்களின் பெரிதாக்கப்பட்டமாய்ப்பிம்பம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

ABஎன்றபொருளை, கவி லென்சின் முக்கியகுவியத்திற்குள் ( $u < f$ ) வைத்துலென்சின் மறு புறத்தின் வழியாகப் பொருளைக் காணவேண்டும். குவி லென்சின் முக்கியகுவியத்திற்கும்,ஒளியியல் மையத்திற்கும் இடையேபொருள் வைக்கப்படும் போது,லென்சானதுநேரான,பெரிதாக்கப்பட்டமாய்ப் பிம்பத்தைபொருள் இருக்கும் அதேபக்கத்தில் தோற்றுவிக்கிறது.

பிம்பத்தின் தொலைவானது, தெளிவுறுகாட்சியின் மீச்சிறுதொலைவுக்குச் (D) சமமாக இருக்கும். (குறைபாடற்றகண்ணிற்கு  $D = 25$  செ.மீ)

#### எளியநுண்ணோக்கியின் பயன்பாடுகள்:

1. இது கடினமும் பழுது பார்ப்பவர்கள் மற்றும் ஆபரணங்கள் செய்பவர்களால் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
2. சிறிய எழுத்துக்களைப் படிக்க உதவுகிறது.
3. பூக்கள் மற்றும் பூச்சிகளின் பாகங்களை உற்றுநோக்கப் பயன்படுகிறது.
4. தடய அறிவியல் துறையில், கைரேகைகளைப் பகுத்தறியப் பயன்படுகிறது.

#### கூட்டு நுண்ணோக்கி:

இந்நுண்ணோக்கியும் மிக நுண்ணிய பொருள்களைக் காண உதவுகிறது. இதன் உருப்பெருக்குத்திறன் எளிய நுண்ணோக்கியின் உருப்பெருக்குத்திறனை விட அதிகம்.

குவிலென்சின் குவியத் தொலைவினைக் குறைப்பதன் மூலம் நுண்ணோக்கியின் உருப்பெருக்குத்திறனை அதிகரிக்கலாம். ஆனால், லென்சுகளை வடிவமைப்பதில் உள்ள இடர்பாடுகளால், குவிய தூரத்தினை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மேல் குறைக்க இயலாது. எனவே கூட்டு நுண்ணோக்கியில், உருப்பெருக்கத்தை அதிகரிப்பதற்காக இரண்டு குவிலென்சுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

#### அமைப்பு:

கூட்டு நுண்ணோக்கியானது இரண்டு குவி லென்சுகளைக் கொண்டது. இவற்றில் பொருளுக்கு அருகில் உள்ள குறைந்த குவிய தூரம் கொண்ட குவிலென்சானது, “பொருளருகுலென்சு” அல்லது பொருளருகுவில்லை என்றும் உற்றுநோக்குபவருடைய கண்ணிற்கு அருகில் உள்ள அதிக விட்டமும், அதிக குவிய தூரமும், கொண்ட குவிலென்சு “கண்ணருகுலென்சு” அல்லது கண்ணருகுவில்லை என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு லென்சுகளும் முன்னும் பின்னும் நகரக்கூடிய வகையில் அமைக்கப்பட்ட குறுகலான குழாயினுள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

#### செயல்படும் விதம்:

பொருள் (AB) யானது, பொருளருகுலென்சின் குவிய தூரத்தை விடச் சற்றுக் கூடுதலான தொலைவில் வைக்கப்படுகிறது. பொருளருகுலென்சின் மறுபுறத்தில் பெரிய, தலைகீழான, மெய்ப்பிம்பம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இந்த பிம்பமானது கண்ணருகுலென்சிற் குப் பொருளாகச் செயல்படுகிறது. மேலும் இப்பிம்பமானது (A'B') கண்ணருகுலென்சின் முதன்மைக் குவியத்திற்குள் அமையுமாறு கண்ணருகுலென்சு சரியாய்ப்படுகிறது. கண்ணருகுலென்சு, அளவில் பெரிய நேரான மாய்பிம்பத்தைப் (A'B') பொருள் இருக்கும் அதேபக்கத்தில் தோற்றுவிக்கிறது.

கூட்டு நுண்ணோக்கியின் உருப்பெருக்குத் திறனானது, எளிய நுண்ணோக்கியின் உருப்பெருக்குத் திறனைக் காட்டிலும் 50 முதல் 200 மடங்கு வரை அதிகமாக இருக்கும்.

#### நகரும் நுண்ணோக்கி:

இது 0.01 மி.மீ என்ற அளவிலான மிகச்சிறியத் தொலைவுகளை மிகத் துல்லியமாக அளந்தறியக்கூடிய மிகச் சிறந்த கருவிகளில் ஒன்றாகும். இது வெர்னியர் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் செயல்படுகிறது. இதன் மீச்சிறுளவு 0.01 மி.மீ ஆகும்.

#### தொலைநோக்கிகள்:

சமீபத்தில் தோன்றிய சந்திரகிரகணத்தை நீங்கள் பார்த்திருக்கிறீர்களா? வெற்றுக் கண்களால், அந்நிகழ்வைத் தெளிவாக காண இயலாது. வெகு தொலைவில் உள்ள பொருள்களை நாம் தெளிவாகக் காண தொலைநோக்கிகள் உதவுகின்றன.

தொலைவில் உள்ள பொருள்களைக் காண உதவும் ஒளியியல் கருவிகள் தொலைநோக்கிகள் எனப்படுகின்றன. 1608 ஆம் ஆண்டு ஜோகன் லிப்ரேஷே என்பவரால் முதன் முதலில்



தொலைநோக்கி உருவாக்கப்பட்டது.

விண்மீன்களை உற்றுநோக்குவதற்காக கலிலியோ ஒரு தொலைநோக்கியை உருவாக்கினார். அவர் கண் கண்ணாடிகள் செய்யும் கடைக்காரர் ஒருவரின் கடையில் வைக்கப்பட்டிருந்த லென்சின் வழியாகத் தொலைவில் உள்ள காலநிலைக்காட்டியின் பெரிதாக்கப்பட்ட பிம்பத்தைக் கண்டார். இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு தொலைநோக்கியை உருவாக்கினார். இத்தொலைநோக்கி மூலம் வியாழன் கோளையும், சனிகோளைச் சுற்றியுள்ள வளையங்களையும் ஆராய்ந்தார். கெப்ளர் என்ற இயற்பியலாளர் 1611 ஆம் ஆண்டு ஒரு தொலைநோக்கியை உருவாக்கினார். இது அடிப்படையில் தற்காலவானியல் தொலைநோக்கியை ஒத்திருந்தது.

### தொலைநோக்கியின் வகைகள்:

ஒளியியல் பண்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு தொலைநோக்கிகள்

1. ஒளிவிலகல் தொலைநோக்கிகள்
  2. ஒளிஎதிரொளிப்புத் தொலைநோக்கிகள்
- என இருவகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒளிவிலகல் தொலைநோக்கிகளில் “லென்சுகள்” பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கலிலியோ தொலைநோக்கி, கெப்ளர் தொலைநோக்கி, நிறமற்ற ஒளிவிலக்கிகள் (Achromatic refractors) ஆகியவை ஒளிவிலகல் தொலை நோக்கிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

ஒளிஎதிரொளிப்பு தொலைநோக்கிகளில் “கோளகஆடிகள்” பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கிரிகேரியன், நியூட்டன், கேஸ்கிரைன் தொலைநோக்கிகள் போன்றவை ஒளிஎதிரொளிப்பு தொலைநோக்கிகளுக்கு எழுத்துக் காட்டுகள் ஆகும்.

தொலைநோக்கிகளைப் பயன்படுத்திக் காணக் கூடிய பொருள்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு தொலைநோக்கிகள்

1. வானியல் தொலைநோக்கிகள்
2. நிலப்பரப்பு தொலைநோக்கிகள்

என இருபெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

### வானியல் தொலைநோக்கிகள் (Astronomical Telescopes):

இவை வான்பொருட்களான கோள்கள், விண்மீன்கள், விண்மீன் திரள்கள், துணைக் கோள்கள் போன்றவற்றைக் காணப் பயன்படுகின்றன.

### நிலப்பரப்பு தொலைநோக்கிகள் (Terrestrial Telescopes):

வானியல் தொலைநோக்கிகளில் கிடைக்கும் இறுதி பிம்பமானது தலைகீழ் பிம்பமாக இருக்கும். எனவே, இத்தொலைநோக்கிகள் புவிப்பரப்பில் உள்ள பொருள்களைக் காண்பதற்கு ஏற்றவை அல்ல என்பதால் நிலப்பரப்பு தொலைநோக்கிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. நேரான இறுதி பிம்பத்தை உருவாக்குவதற்கு மேவானியல் தொலைநோக்கிகளுக்கும், நிலப்பரப்பு தொலைநோக்கிகளுக்கும் இடையே உள்ள முக்கிய வேறுபாடு ஆகும்.

### தொலைநோக்கிகளின் நன்மைகள்:

- கோள்கள், விண்மீன்கள், விண்மீன் திரள்கள் குறித்த விரிவான பார்வையைத் தருகிறது.
- தொலைநோக்கியுடன் ஒளிப்படக்கருவியை இணைப்பதன் மூலம் வான் பொருள்களை ஒளிப்படம் எடுக்கலாம்.
- குறைவான செறிவுடைய ஒளியிலும் தொலைநோக்கியைப் பயன்படுத்தலாம்.

### குறைபாடுகள்:

- தொலைநோக்கிகளைத் தொடர்ந்து பராமரித்தல் வேண்டும்.
- இவற்றை எளிதாக வேறு இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்ல முடியாது.



## 12<sup>TH</sup>இயற்பியல்

தொகுதி- 2

அலகு- 6

ஒளியியல்

### வெவ்வேறு ஊடகங்களின் ஒளிவிலகல் எண்கள்

ஊடகம்	ஒளிவிலகல் எண்
வெற்றிடம்	1.00
காற்று	1.0003
கார்பன் டை ஆக்சைடு	1.0005
பனிக்கட்டி	1.31
தூயநீர்	1.33
எத்தில் ஆல்கஹால்	1.36
சுவார்ட்ஸ்	1.46
தாவரஎண்ணெய்	1.47
ஆலிவ் எண்ணெய்	1.48
ஆக்ரிலிக்	13.49
மேசைஉப்பு	1.51
கண்ணாடி	1.52
நீலக்கல்	1.77
சீர்கான்	1.92
கனசீர்கோனியா	2.16
வைரம்	2.42
காலியம் பாஸ்பேட்	3.50

### தோற்ற ஆழம்

பொதுவாக நீர் நிரப்பப்பட்ட தொட்டியினுள் பார்க்கும்போது, தொட்டியின் அடிப்பரப்பு சற்று மேலே தெரிவதுபோலத் தோன்றும். செங்குத்து நிலையில் பார்க்கும்போது தெரியும் தோற்ற ஆழத்திற்கான சமன்பாட்டை நாம் வருவிக்கலாம்.

தொட்டியின் அடியில் உள்ள(O)என்றபொருளிலிருந்துவரும் ஒளிஅடர்மிகு ஊடக இருந்து (நீர்) அடர் குறைஊடகத்திற்கு (காற்று) வந்துநமதுகண்களைஅடைகிறது. இவ்வொளிக்கதிர் அடர்குறைஊடகத்தில் படுகதிர் படும்புள்ளியில் (B)வரையப்பட்டுள்ளசெங்குத்துக் கோட்டினைவிடவிலகிச் செல்லும். அடர்மிகுஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்  $(n_1)$ மேலும் அடர்குறைஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்  $(n_2)$ .இங்கு  $n_1 > n_2$ அடர்மிகுஊடகத்தில் படுகோணத்தின் மதிப்பு(i)மற்றும் அடர்குறைஊடகத்தில் விலகுகோணத்தின் மதிப்பு(r).நேர்க்கோடுகள் NN'மற்றும் OD இரண்டும் இணையானவை. எனவே,கோணம்  $\angle DIB$  யும் (r)ஆகும்.கோணங்கள் (i)மற்றும் (r) இரண்டும் மிகவும் சிறியவை. எனவே,பொருள் Oவிலிருந்துவெளிவந்து நம்

கண்களை அடையும் கதிர்களும் மிகவும் குறுகியவையே. இவ்வளிவிலகலுக்கான ஸ்னெல் விதியின் பெருக்கல் வடிவம்

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

கோணங்கள் (i) மற்றும் (r) ஆகியவற்றின் மதிப்பு மிகவும் குறைவு. எனவே, இதனைப் பின்வருமாறு தோராயமாக்கலாம்,  $\sin i \approx \tan i$ ;

$$n_1 \tan i = n_2 \tan r$$

முக்கோணங்கள்  $\Delta DOB$  மற்றும்  $\Delta DIB$  யில்

$$\tan(i) = \frac{DB}{DO} \text{ மற்றும் } \tan(r) = \frac{DB}{DI}$$

$$n_1 \frac{DB}{DO} = n_2 \frac{DB}{DI}$$

இரண்டு பக்கமுள்ள DB க்களும் ஒன்றை ஒன்று சமன் செய்துகொள்ளும். எனவே DO என்பது உண்மையான ஆழம் (d) மற்றும் DI என்பது தோற்ற ஆழம் d' ஆகும்

$$n_1 \frac{1}{d} = n_2 \frac{1}{d'}$$

$$\frac{d'}{d} = \frac{n_2}{n_1}$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டை d' க்கு மாற்றி அமைக்கும் போது,

$$d' = \frac{n_2}{n_1} d$$

இங்கு அடர்குறை ஊடகம் காற்று. அதன் ஒளிவிலகல் எண் 1, ( $n_2 = 1$ ). மேலும் அடர்மிகு ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்  $n_1 = n$  என எடுத்துக்கொண்டால், ( $n_1 = n$ ), இதற்கான தோற்ற ஆழச் சமன்பாடு

$$d' = \frac{d}{n}$$

தொட்டியின் அடிப்பரப்பு d - d' அளவு மேலே எழும்பித் தெரியும். எனவே,

$$d - d' = d - \frac{d}{n} \text{ அல்லது } d - d' = d \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

வெவ்வேறு ஒளிவிலகல் எண்களைக் கொண்டுள்ள வளிமண்டலத்தின் வெவ்வேறு அடுக்குகளின் வழியே ஒளி செல்லும் போது தொடர் ஒளிவிலகல் ஏற்படுவதினால் அதன்பாதை தொடர்ந்து விலகலடையும் உதாரணமாகச் சூரிய உதயத்தின் பொதுநாம் காணும் சூரியன், உண்மையில் சூரியன் உதிப்பதற்குச் சிறிது நேரத்திற்கு முன்பே தெரியத் தொடங்கும். இதேபோன்று, சூரியன் உண்மையில் மறைந்தபிறகும் நமக்குச் சூரியன் தெரியும். இவ்விரண்டு நிகழ்வுகளுக்கும் காரணம், வளிமண்டலத்தினால் ஏற்படும் ஒளிவிலகல் ஆகும். உண்மையான சூரிய உதயம் என்பது சூரியன் கிடைத்தளத்தைக் கடப்பதைக் குறிக்கிறது. கீழே காட்டப்பட்டுள்ள படங்கள் கிடைத்தளத்தைப் பொருத்துச் சூரியனின் உண்மையான நிலை மற்றும் தோற்ற நிலைகளைக் காட்டுகின்றன. இப்படம் வளிமண்டலத்தினால் ஏற்படும் ஒளிவிலகலை விளக்குவதற்காக மிகைப்படுத்தப்பட்ட படமாகும். சூரியனின் திசையில் ஏற்படும் தோற்ற மாற்றம் கிட்டத்தட்ட அரைடிகிரி. இதற்கான நேர வேறுபாடு 2 நிமிடங்களாகும். இதே நிகழ்வின் காரணமாகத்தான் சூரிய உதயம் மற்றும் மறைவின் போது சூரியன் சுற்று தட்டையாகத் தெரிகிறது.

(முட்டைவடிவில்). படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளவிண்மீன்களின் நிலைகளுக்குக் காரணமும் இதே நிகழ்வுதான். உண்மையில் விண்மீன்கள் மின்னுவதில்லை, அவைமின்னுவதுபோன்றுதோன்றுகின்றன. இதற்குக் காரணம் வெவ்வேறுஒளிவிலகல் எண்களைப் பெற்றுள்ளவளிமண்டலஅடுக்குகளின் இயக்கமேயாகும் இரவுவானில் தெளிவாக இதனைநாம் காணலாம்.

**முழு அக எதிரொளிப்பின் விளைவுகள்:**  
**வைரத்தின் ஜொலிஜொலிப்பு:**

வைரம் ஜொலிப்பதற்குக் காரணம், அதன் உள்ளேநடைபெறும் முழு அக எதிரொளிப்பே ஆகும். வைரத்தின் ஒளிவிலகல் எண் கிட்டத்தட்ட 2.417 ஆகும். இம்மதிப்புசாதாரணகண்ணாடியின் ஒளிவிலகல் எண் மதிப்பானகிட்டத்தட்ட 1.5 ஐ விடமிகவும் அதிகம். வைரத்தின் மாறுநிலைக்கோணம் ஏறத்தாழ  $24.4^\circ$ . இதுகண்ணாடியின் மாறுநிலைகோணத்தைவிடமிகவும் குறைவு. திறமைவாய்ந்தவைரவேலைசெய்ப்பவர் படுகோணத்தின் இந்தநீண்டநெடுக்கத்தை ( $24.4^\circ$  இல் இருந்த  $90^\circ$  வரை) நன்குபயன்படுத்திக்கொள்வார். வைரத்தின் உள்ளேநடைபெறும் ஒளிவெளியேறுவதற்குமுன்பாகவைரத்தின் உட்புறமுள்ளவெட்டுமுகங்களில் பலமுறை முழு அக எதிரொளிப்புஅடைகிறது. அவ்வாறு முழு அக எதிரொளிப்புஅடைவதால் வைரம் நன்கு ஜொலிக்கிறது.

**கானல் நீர் மற்றும் குளிர் மாயத்தோற்றம் (Mirage and looming):**

ஒளிவிலகல் எண்கொண்ட ஊடகத்தின் வழியே ஒளிக்கதிர் செல்லும்போது, காற்றின் வெவ்வேறு அடுக்குகளில், செங்குத்துக் கோட்டினை விட்டு ஒளிக்கதிர் தொடர்ந்து விலகலடையும். மேலும், தரையின் அருகே படுகோணம் மாறுநிலைக் கோணத்தைவிட அதிகமாக உள்ள நிலையில் முழு அக எதிரொளிப்பு அடையும். அதாவது ஒளி தரையின் அடியிலிருந்து வருவது போன்ற ஓர் மாயத்தோற்றத்தை ஏற்படுத்தும். காற்று அடுக்குகளின் அசையும் தன்மையினால் நீர் நிலையில் இருந்து எதிரொளிப்பது போன்று தெரியும் அல்லது பொருளுக்கு அடியில் ஈரப்பரப்பு உள்ளது போன்று தெரியும். இந்நிகழ்விற்குக் கானல் நீர் என்று பெயர்.

குளிர் பிரதேசங்களில் தரையை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல ஒளிவிலகல் எண் அதிகரித்துக்கொண்டே செல்லும். ஏனெனில், மேலே உள்ள காற்றை விடத் தரைக்கு அருகே உள்ள காற்று அடுக்கின் வெப்பநிலை குறைவாகக் காணப்படும். எனவே, தரைக்கு அருகே உள்ள காற்றின் அடர்த்தி மற்றும் ஒளிவிலகல் எண் உயரத்தில் உள்ள காற்றை விட அதிகமாக இருக்கும். பனிப்பாறைகள், உறைந்த ஏரிகள் மற்றும் கடல்களில் கானல் நீரின் எதிரிடையான விளைவு ஏற்படும். எனவே, தலைகீழான பிம்பம் திரையிலிருந்து சற்று உயரத்தில் தோன்றும். இந்நிகழ்வுக்கு குளிர் மாயத் தோற்றம் (looming) என்று பெயர்.

**முழு அக எதிரொளிப்பைப் பயன்படுத்தி முப்பட்டகங்களை உருவாக்குதல்:**

மாறாக வெளிப்புறத்திலிருந்து வரும் ஒளியைத் தண்ணீருக்குள் இருந்து பார்க்கும் போது, நமது பார்வை மாறுநிலைக் கோணத்திற்குச் (ஊ) சமமான ஒரு கோணத்திற்குள் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு ஓர் குறிப்பிட்ட ஆரமுடைய ஒளியூட்டப்பட்ட வட்டப்பரப்பிற்கு ஸ்னெல் சாளரம் என்று பெயர். ஸ்னெல் சாளரம் காட்டப்பட்டுள்ளது. நீர்வாழ் விலங்குகளின் பார்வைக்கோணம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

நீர்வாழ் விலங்குகளின் பார்வைக்கோணம், மாறுநிலைக் கோணத்தின் இருமடங்கிற்குச் ( $2i_c$ ) சமமான கோணத்திற்குள் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. தண்ணீரின் மாறுநிலைக்கோணம்  $48.6^\circ$  எனவே மேல்நோக்கிப் பார்க்கும் மொத்த கூம்புவடிவபார்வைக் கோணம்  $97.2^\circ$  ஆகும். வட்டப்பரப்பின் ஆரம் (R), நீர் வாழ்விலங்குவளவு ஆழத்திலிருந்து (d) மேலே பார்க்கிறது என்பதைப் பொருத்தது. ஸ்னெல் சாரத்தின் ஆரத்தைப் பயன்படுத்திக் கண்டறிய முடியும்.

ஒளியானது d ஆழத்திலுள்ள, A என்ற புள்ளியிலிருந்து பார்க்கப்படுகிறது. இரண்டு ஊடகங்களையும் பிரிக்கும் தளத்தில் B புள்ளியில் ஏற்படும் ஒளிவிலகலுக்கு ஸ்னெல் விதியின் பெருக்கல் விடிவினைப் பயன்படுத்தும் போது

$$n_1 \sin i_c = n_2 \sin 90^\circ$$

$$n_1 \sin i_c = n_2 \quad \because \sin 90^\circ = 1$$

$$\sin i_c = \frac{n_2}{n_1}$$

செங்கோண முக்கோணம்  $\triangle ABC$  யிலிருந்து,

$$\sin i_c = \frac{CB}{AB} = \frac{R}{\sqrt{d^2 + R^2}}$$

சமன்பாடுகள் ஒப்பிடும் போது,

$$\frac{R}{\sqrt{d^2 + R^2}} = \frac{n_2}{n_1}$$

இரண்டுபக்கமும் வர்க்கப்படுத்தி, மாற்றி அமைக்கும் போது,

$$\text{மேலும் சுருக்கும் போது, } \frac{R^2}{R^2 + d^2} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

$$\text{தலைகீழாக்கும் போது, } \frac{R^2 + d^2}{R^2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$1 + \frac{d^2}{R^2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \quad \frac{d^2}{R^2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 - 1;$$

$$\frac{d^2}{R^2} = \frac{n_1^2}{n_2^2} - 1 = \frac{n_1^2 - n_2^2}{n_2^2}$$

மீண்டும் வர்க்கப்படுத்தி, மாற்றியமைக்கும் போது

$$\frac{R^2}{d^2} = \frac{n_2^2}{n_1^2 - n_2^2}; \quad R^2 = d^2 \left(\frac{n_2^2}{n_1^2 - n_2^2}\right)$$

ஒளியூட்டப்பட்ட பரப்பின் ஆரம்

$$R = d \left( \frac{n_2^2}{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}} \right)$$

வெளிப்புறம் உள்ள அடர்குறை ஊடகம் காற்று எனில்,  $n_2 = 1$  மேலும்  $n_1 = n$  எனக் கருதினால்

$$R = d \left( \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) \text{ அல்லது } R = d \left( \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}} \right)$$



## ஒளி இழை(Optical fiber)

முழு அக எதிரொளிப்புநிகழ்வை அடிப்படையாகக் கொண்டு, ஒளி இழைகளின் வழியே செய்திகளை அனுப்ப முடியும். ஒளியிழையின் உட்புறப்பகுதிக்கு உள்ளகம் (core) என்றும் வெளிப்புறப்பகுதிக்கு உறைப்பூச்சு (cladding or sleeving) என்றும் பெயர். முழு அக எதிரொளிப்பு ஏற்பட உள்ளகப்பொருளின் ஒளிவிலகல் எண், வெளிப்புற உறைப்பூச்சின் ஒளிவிலகல் எண்ணை விட அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.

ஒளிவடிவில் உள்ள செய்தியை, ஒளி இழையின் உள்ளகம் மற்றும் உறைப்பூச்சும் சந்திக்கும் பரப்பின் உட்புறமாக ஒரு குறிப்பிட்ட படுகோணத்தில், அதாவது, மாறுநிலைக்கோணத்தை விட அதிக படுகோணத்தில் செலுத்தும் போது, ஒளி இழையின் மொத்த நீளத்திற்கும் எவ்விதமான ஒளி இழப்பும் அடையாமல் தொடர்ந்து முழு அக எதிரொளிப்பு அடைந்து மறுமுனையை அடையும். உள்ளகத்தின் வழியே செல்லும் ஒளி, அதன் செறிவில் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் இழப்பு ஏதும் ஏற்படாமல் ஒரு முனையிலிருந்து அடுத்த முனைக்குச் செல்லும். ஒளி இழை மடக்கப்பட்ட நிலையிலும் உள்ளகமும் வெளிப்பூச்சும் சந்திக்கும் பரப்பின் மீது விழும் ஒளியின் படுகோணம் எப்போதும் மாறுநிலைக்கோணத்தை விட அதிகமாகவே இருக்கும். ஒவ்வொரு எதிரொளிப்பின் போதும் முழு அக எதிரொளிப்பு நடைபெறுவதை உறுதிப்படுத்துகிறது.

## ஒளி இழையின் ஏற்புக்கோணம் (Acceptance angle in optical fibre)

ஒளி இழையின் உட்பகுதியில், உள்ளகம் வெளிப்பூச்சு சந்திக்கும் பரப்பில் விழும் ஒளிக்கதிரின் படுகோணம், மாறுநிலைக்கோணத்தில் இருக்க வேண்டுமெனில், ஒளி இழையின் முனையில் ஒரு குறிப்பிட்ட படுகோணத்தில் ஒளிக்கதிரை செலுத்த வேண்டும். இப்படுகோணத்திற்கு ஒளி இழை ஏற்புக்கோணம் என்று பெயர். ஏற்புக்கோணம் உள்ளகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்  $n_1$  வெளிப்பூச்சிகள் ஒளிவிலகல் எண்  $n_2$  மற்றும் வெளிப்புற ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்  $n_3$  ஆகியவற்றைச் சார்ந்துள்ளது. வெளிப்புற ஊடகம், உள்ளகம் சந்திக்கும் பரப்பில் A புள்ளியில் ஒளி ஏற்புக் கோணத்தில் யை  $i_a$  விழுகிறது எனக் கருதுக.

A புள்ளியில் ஏற்படும் ஒளிவிலகலுக்கான ஸ்னெல் விதியின் பெருக்கல் வடிவம் பின்வருமாறு.

$$n_3 \sin i_a = n_1 \sin r_a$$

ஒளி இழையின் உட்புறம் முழு அக எதிரொளிப்பு நடைபெற வேண்டுமென்றால், உள்ளகம் வெளிப்பூச்சு சந்திக்கும் பரப்பில் B புள்ளியில் விழும் ஒளியின் படுகோணம் குறைந்தபட்சம் மாறுநிலைக்கோணமாக  $i_c$  இருக்க வேண்டும். ஸ்னெல் விதியின் பெருக்கல் வடிவை B புள்ளியில் பயன்படுத்தும் போது

$$n_1 \sin i_c = n_2 \sin 90^\circ$$

$$n_1 \sin i_c = n_2 \quad \because \sin 90^\circ = 1$$

$$\sin i_c = \frac{n_2}{n_1}$$

செங்கோண முக்கோணம்  $\Delta ABC$  யிலிருந்து

$$i_c = 90^\circ - r_a$$

பின்வருமாறு மாற்றமடைகிறது



$$\sin(90^\circ - r_a) = \frac{n_2}{n_1}$$

திரிகோணமிதிசார்புகளைப் பயன்படுத்தி

$$\cos r_a = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\sin r_a = \sqrt{1 - \cos^2 r_a}$$

$\cos r_a$  வின் மதிப்பை பிரதியிட

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

இதனைச் பிரதியிட

$$n_3 \sin i_a = n_1 \sqrt{\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2}} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

மேலும் இதனைச் சுருக்கும் போது,

$$= \sin i_a = \sqrt{\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_3^2}} \text{ (or) } \sin i_a = \sqrt{\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_3^2}}$$

$$i_a = \sin^{-1} \left( \sqrt{\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_3^2}} \right)$$

வெளிப்புற ஊடகம் காற்று எனக்கருதினால்  $n_3 = 1$  எனவே ஏற்புக்கோணம் ( $i_a$ ) பின்வருமாறு மாற்றமடையும்.

$$i_a = \sin^{-1} \left( \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \right)$$

இந்த ஏற்புக்கோணம் ( $i_a$ ) ஒளி இழையின் முனையின் மீது, ஒளி ஒரு கூம்புவடிவை ஏற்படுத்தும். இக்கூம்பிற்கு ஏற்புக்கூம்பு என்று பெயர். இக்கூம்பினுள் ஒளி எந்தத் திசையிலும் ஒளி இழையின் உள்ளே நுழையலாம். ( $n_3 \sin i_a$ ) பதத்திற்கு ஒளி இழையின் எண்ணியில் துளை (Numerical aperture (NA)) என்று பெயர்.

$$NA = n_3 \sin i_a = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

வெளிப்புற ஊடகம் காற்று எனில்  $n_3 = 1$  எனவே, எண்ணியல் துளை பின்வருமாறு மாற்றமடையும்

$$NA = \sin i_a = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

உள்ளோக்கு உடற்குழாய் (endoscope) என்பது, ஒளி இழைகளின் கட்டு ஆகும். நோயாளியின் உடலுக்குள் இதனைச் செலுத்தி உட்புற உறுப்புகளை மருத்துவர்கள் ஆய்வு செய்வார்கள். உள்ளோக்கு உடற்குழாய் முழு அக எதிரொளிப்புத் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் வேலை செய்கிறது. ஒளி இழைகளைவாய், மூக்கு அல்லது ஏதேனும் உடலில் உள்ள ஒரு திறந்ததுவாரம் வழியாக நோயாளியின் உடலுக்குள் செலுத்துவார்கள். அவ்வாறு செலுத்தி, அறுவை சிகிச்சைகளையும் தற்போது மேற்கொள்கின்றனர்.

இணையான படுகதிர்கள் அல்லது ஈரில்லாத் தொலைவில் பொருள் உள்ளபோது போன்ற சிறப்பு நேர்வுகளுக்கு மட்டுமே மேற்கண்ட சமன்பாடுகள் ஆகியவை பொருந்தும். பொருள் ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவில் உள்ளபோது இச்சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்த முடியாது. பொருள் குறிப்பிட்ட தொலைவில்

இருக்கும் நிகழ்வுகளில், இரண்டு லென்ஸ்களின் (லென்ஸ் கூட்டமைப்பின்) லென்ஸ் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்திப் பிம்பத்தின் நிலையைக் கணக்கிட வேண்டும்.

### முப்பட்டகத்தின் வழியாகச் செல்லும் வெள்ளைஒளியின் நிறப்பிரிகை:

முப்பட்டகத்தின் வழியே செல்லும் ஒற்றைநிறஒளியின் திசைமாற்றக் கோணத்தைப் பற்றி இதுவரையின்றோம். வெள்ளைஒளிமுப்பட்டகத்தின் வழியாகச் செல்லும் போது எவ்வாறு நிறப்பிரிகை ஏற்படுகின்றது என்பதைப் பற்றித் தற்போது படிக்க உள்ளோம். வெள்ளைஒளியில் உள்ள வண்ணங்கள் தனித்தனியாகப் பிரியும் நிகழ்வுக்கு நிறப்பிரிகை என்று பெயர். இவ்வண்ணங்களின் தொகுப்புக்கு நிறமாலை என்று பெயர். முப்பட்டகத்தின் ஒரு முகத்தில் பட்டுவிலகலடைந்த குறுகிய வெள்ளை இணைஒளிக்கற்றைகளை வெள்ளைத்திரையில் பார்க்கும் போது, VIBGYOR என்ற வரிசையில் வண்ணங்களின் தொகுப்புகிடைக்கும். அதாவது ஊதா, கருநீலம், நீலம், பச்சை, மஞ்சள், ஆரஞ்சு, மற்றும் சிவப்பு (Violet, Indigo, Blue, Green, Yellow, Orange, Red) என்ற வரிசையில் வண்ணங்கள் கிடைக்கும்.

ஊதாவண்ணம் அதிக திசைமாற்றத்தையும், சிவப்புவண்ணம் குறைந்த திசைமாற்றத்தையும் அடையும்.

நிறமாலையில் கிடைக்கும் வண்ணங்கள் ஒளிமூலத்தின் தன்மையைப் பொருத்ததாகும். ஒவ்வொரு வண்ணமும் வரையறுக்கப்பட்ட அலைநீளத்தைப் பெற்றிருக்கும். சிவப்பு ஒளிநீண்ட அலைநீள எல்லையையும் (700 nm) ஊதா ஒளி குறுகிய அலைநீள எல்லையையும் (400 nm) பெற்றுள்ளன. இதன்காரணமாகக் கண்ணாடி முப்பட்டகத்தின் வழியே செல்லும் ஊதா ஒளிக்கற்றையின் திசைவேகம், சிவப்பு ஒளிக்கற்றையின் திசைவேகத்தை விடக் குறைவாக இருக்கும்.

வெவ்வேறு அலைநீளங்கள் கொண்ட ஒளி, முப்பட்டகத்தின் வழியே வெவ்வேறு திசைவேகங்களில் செல்வதால் நிறப்பிரிகை ஏற்படுகின்றது. வேறுவகையில் கூறுவோமாயின் முப்பட்டகப்பொருளின் ஒளிவிலகல் எண் வெவ்வேறு வண்ணங்களுக்கு வெவ்வேறான மதிப்புகளைப் பெற்றிருக்கும். ஊதாவண்ணம் அதிக ஒளிவிலகல் எண்ணையும், சிவப்புவண்ணம் குறைந்த ஒளிவிலகல் எண்ணையும் பெற்றிருக்கும். வெற்றிடத்தின் வழியே எல்லாவண்ண ஒளிக்கதிர்களும் சமவேகத்தில் செல்லும். இரண்டு வெவ்வேறு கண்ணாடிப் பொருள்களுக்கான ஒளிவிலகல் எண்கள் வெவ்வேறு வண்ணங்களுக்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

வெற்றிடத்தில் செல்லும் ஒளியின் வேகம், அலைநீளத்தைச் சார்ந்ததல்ல. எனவே வெற்றிடம் என்பது நிறப்பிரிகையை ஏற்படுத்தாத ஊடகமாகும். வெற்றிடத்தின் வழியே அனைத்து வண்ணங்களும் ஒரே வேகத்தில் செல்கின்றன.

### வெவ்வேறு அலைநீளங்களுக்கான ஒளிவிலகல் எண்கள்

வண்ணம்	அலைநீளம்	கிரௌன் கண்ணாடி	ஃபிளின்ட் கண்ணாடி
ஊதா	396.9	1.533	1.663
நீலம்	486.1	1.523	1.639
மஞ்சள்	589.3	1.517	1.627
சிவப்பு	656.3	1.515	1.622

### சூரிய ஒளிச் சிதறல்:

புவியின் வளிமண்டலத்தில் உள்ளவளிமண்டலத்துக்கள்,புவியின் வளிமண்டலத்திற்குள் நுழையும் சூரிய ஒளியின் திசையைமாற்றும். இந்நிகழ்ச்சிக்குஒளிச்சிதறல் என்றுபெயர். ஒளியின் அலைநீளத்தை( $\lambda$ )விட,மிகவும் குறைவானஅளவுடைய( $a$ )அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளினால் ஏற்படும் ஒளிச்சிதறலுக்கு, இராலேஒளிச்சிதறல் (Rayleigh's Scattering) என்றுபெயர். அதாவது, இராலேஒளிச்சிதறல் ஏற்படநிபந்தனை( $a \ll \lambda$ ) ஆகும்.

இராலேஒளிச்சிதறலின் செறிவு,அலைநீளத்தின் நான்குமடிமதிப்புக்குஎதிர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

$$I \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

பகல்நேரத்தில்,குறைந்தஅலைநீளமுடையநீலவண்ணம் வளிமண்டலத் துகள்களினால்,வளிமண்டலம் முழுவதும்டசிதறடிக்கப்படுகின்றது.

நிறப்பிரிகைக்கானசிற்றந்தஓர் எடுத்துக்காட்டு 'வானவில்லாகும்' மழைக்காலங்களில் நீர்த்துளிகளினால் சூரியஒளி அடைவதால் வானவில் ஏற்படுகிறது. மழைபொழியும் பொழுதோ அல்லதுநின்றபின்னோ அல்லதுபின்புறமாகச் சூரியன் உள்ளநிலையில் நீருற்றுஒன்றைப் பார்க்கும் பொழுதோ,வானவில்லைநாம் பார்க்கமுடியும். காற்றில் மிதந்துகொண்டிருக்கும் நீர்த்துளிகளின் மீதுவிழும் சூரிய ஒளி,நிறப்பிரிகைஅடைந்துஅதன் ஏழு வண்ணங்களாகப் பிரிகைஅடையும். எனவேகாற்றில் மிதந்துகொண்டிருக்கும் நீர்த்துளிகள்,கண்ணாடிமுப்பட்டகம் போன்றுசெயல்படுகின்றன. நீர்த்துளியினுள் நுழைந்தஒளிக்கதிர் அதிலிருந்துவெளியேறுவதற்குமுன்பு,ஒரு முழு அக எதிரொளிப்புஅடைவதால் முதன்மைவானவில் உருவாகும்.

முதன்மைவானவில்லில் ஊதாவிலிருந்துசிவப்பு வரை உள்ளவண்ணங்களைப் பார்ப்பதற்கானபார்வைக் கோணம்  $40^\circ$  முதல்  $42^\circ$  வரையிருக்கும். முதன்மைவானவில்லின் வெளிப்புறமாகத் துணைவானவில் தோன்றுகின்றது. நீர்த்துளியினுள் நுழைந்த சூரியஒளி அதிலிருந்துவெளியேறுவதற்குமுன்னர், இரண்டு முழு அக எதிரொளிப்புகளைஅடைவதால் 'துணைவானவில்' தோன்றும். சிவப்பு வண்ணத்திலிருந்துஊதாவண்ணம் வரைபார்ப்பதற்கானபார்வைக்கோணம்,  $52^\circ$  முதல்  $54^\circ$  வரையிலிருக்கும்.

மேலும்,நமதுகண்களின் உணர்வுநுட்பம் ஊதாவண்ணத்தைவிட,நீலவண்ணத்திற்கு அதிகம். இத்தகையகாரணங்களினால்தான் வானம் நீலநிறமாகக் காட்சியளிக்கிறது. சூரிய உதயம் மற்றும் மறையும் நேரங்களில் சூரிய ஒளிவளிமண்டலம் வழியாகமிகநீண்டதொலைவுசெல்லவேண்டியுள்ளது. எனவே,குறைந்தஅலைநீளம் கொண்டநீலஒளிசிதறலடைந்துவிடும். ஆனால் அதிகஅலைநீளம் கொண்டசிவப்புஒளிகுறைவாகச் சிதறலடைந்துநமதுகண்களைஅடையும். இதன் காரணமாகத்தான் சூரியன் உதிக்கும் போதும்,மறையும் போதும் வானம் சிவப்புநிறமாகக் காட்சிஅளிக்கின்றது.

வளிமண்டலத்திலுள்ள தூசு,மற்றும் நீர்த்துகளின் அளவு ( $a$ ), ஒளியின் அலைநீளத்தைவிட ( $\lambda$ ) மிகஅதிகமாகஉள்ளபோது,அதாவது ( $a \gg \lambda$ ), இத்தகையபெரியதுகளினால் ஒளிசிதறலடையும்போது,சிதறலடைந்தஒளியின் செறிவுஅனைத்துஅலைநீளங்களுக்கும் சமமாக இருக்கும். மிகஅதிகஅளவுதூசுமற்றும் நீர்த்துளிகளைப் பெற்றுள்ளமேகங்களில்

இத்தகைய ஒளிச்சிதறல் எற்படும். எனவே, மேகங்களில் அலைநீளத்தைப் பொருத்து, ஒளிச்சிதறல் ஏற்படாமல் அனைத்து வண்ணங்களும் சம அளவில் சிதறலடைகின்றன. இதன் காரணமாகத்தான் மேகம் வெண்மை நிறமாகக் காட்சியளிக்கிறது.

அனைத்து வண்ணங்களும் சம அளவில் சிதறலடைகின்றன. இதன் காரணமாகத்தான் மேகம் வெண்மை நிறமாகக் காட்சியளிக்கிறது. ஆனால், மழைமேகங்கள் கருமையாக இருப்பதற்குக் காரணம், அதிலுள்ள நீர்த்துளிகள் ஒன்றிணைந்து மழைமேகத்தினை ஒளிபுகாப் பொருளாக மாற்றி விடுவதேயாகும்.

ஒளிவேளை, புவியைச் சுற்றிவளிமண்டலம் இல்லாதிருந்தால், ஒளிச்சிதறலும் நடைபெறாது, வானமும் கருமையாகத் தெரியும். வளிமண்டலத்திற்கு மேலிருந்து வானத்தைப் பார்க்கும் விண்வெளிவீரர்களுக்குவானம் கருமையாகத் தெரிவதற்கு இதுவே காரணமாகும்.

ஒளிபுகாப் பொருளாக மாற்றி விடுவதேயாகும்.

ஒருவேளை, புவியைச் சுற்றிவளிமண்டலம் இல்லாதிருந்தால், ஒளிச்சிதறலும் நடைபெறாது. வானமும் கருமையாகத் தெரியும். வளிமண்டலத்திற்கு மேலிருந்து வானத்தைப் பார்க்கும் விண்வெளிவீரர்களுக்குவானம் கருமையாகத் தெரிவதற்கு இதுவே காரணமாகும்.

### ஒளியைப் பற்றிய கொள்கைகள் (Theories of light):

ஒளி என்பது ஒருவகையான ஆற்றலாகும். இவ்வாற்றல் ஓரிடத்திலிருந்து, மற்றோர் இடத்திற்குப் பரவுகிறது. அறிவியல் அறிஞர்களால் முன்வைக்கப்பட்ட ஒளியைப் பற்றிய பல்வேறு கொள்கைகள் ஒளியின் தன்மையைப் பற்றி மட்டும் கூறாமல் ஒளிபரவும் முறைமற்றும் ஒளியினால் ஏற்படும் நிகழ்வுகளைப் பற்றியும் விளக்குகின்றன.

### நுண்துகள் கொள்கை (Corpuscular theory):

ஒளியைப் பற்றிய நுண்துகள் கொள்கையை சர் ஐசக் நியூட்டன் (1672) கொடுத்தார். இதற்கு முன்பே, டெஸ்கார்ட்ஸ் (ஒளி எதிரொளிப்பு மற்றும் ஒளிவிலகலை விளக்குவதற்குக் காக்கொள்கை பிரிந்துரைக்கப்பட்டது. இக்கொள்கையின்படி ஒளி மிகச்சிறிய, நிறையற்ற (புறக்கணித்தக்க சிறிய நிறை) மற்றும் முழு மீட்சியுறும் துகள்களாக உமிழப்படுகின்றது. இவற்றுக்கு நுண்துகள்கள் (Corpuscles) என்று பெயர்.

நுண்துகள்கள் மிகச் சிறியவை. எனவே, ஒளிமூலம் நீண்டகாலத்திற்கு ஒளியை உமிழ்ந்தாலும், அதன் நிறையில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றம் ஏதும் ஏற்படாது. நுண்துகள்கள் மிகவேகமாகச் செல்வதால், அவை புவியூர்ப்புவிசையினால் எவ்வித பாதிப்பையும் அடையாது. மேலும், ஒரே ஒளிவிலகல் எண் கொண்ட சீரான ஊடகத்தில் நுண்துகள்களின் பாதை ஒரு நேர்கோடாகும். இந்த நுண்துகள்களின் இயக்க ஆற்றலே ஒளியின் ஆற்றலாகும். இந்த நுண்துகள்கள் விழித்திரையின் மீது மோதுவதால் பார்வை ஏற்படுகின்றது. வெவ்வேறு அளவுகள் கொண்ட நுண்துகள்கள் வெவ்வேறு வண்ணங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. நுண்துகள்கள் இரண்டு ஊடகங்களைப் பிரிக்கும் தளத்தினை அடையும் போது, அவை ஈர்க்கப்படலாம் அல்லது விளக்கப்படலாம். ஊடகத்தினால் நுண்துகள்கள் விலக்கப்பட்டால் ஒளி எதிரொளிப்பும், ஈர்க்கப்பட்டால் ஒளிவிலகலும் ஏற்படுகிறது.

ஒளியானது அடர் குறை ஊடகத்தில் வேகமாகவும், அடர் மிகு ஊடகத்தில் மெதுவாகவும் செல்வதற்கான காரணத்தை இக்கொள்கையால் விளக்க முடிவில்லை.

மேலும், குறுக்கீட்டுவிளைவு, விளிம்புவிளைவுமற்றும் இக்கொள்கையால் விளக்கமுடியவில்லை.

தளவிளைவுபோன்ற நிகழ்வுகளையும்

### அலைக் கொள்கை(Wave Theory):

ஊடகத்தின் வழியாக ஒளிபரவுவதை விளக்குவதற்காகக் கிரிஸ்டியன் ஹைகென்ஸ் (1678) (Christian Huygens) அலைக்கொள்கையைப் முன்மொழிந்தார். இவரின் கொள்கையின்படி, ஒளி என்பது ஒளி மூலத்தினால் ஏற்படும் ஒரு மாறுபாடாகும். இம் மாறுபாடு வெளி முழுவதும் நிரம்பியுள்ள ஊடகத்தின் வழியே இயந்திர அலையான நெட்டலைவடிவில் பரவுகிறது எனவும், இயந்திர அலைபரவதற்கு ஊடகம் அவசியம். எனவே, ஈதர் (ether) என்ற ஊடகம் வெளி முழுவதும் பரவியுள்ளது எனவும் யூகித்து கொண்டார். ஒளி எதிரொளிப்பு, ஒளி விலகல், குறுக்கீட்டுவிளைவுமற்றும் விளிம்புவிளைவு போன்ற ஒளியின் விளைவுகளை அலைக்கொள்கை நன்கு விளக்கியது. ஆனால், வெளி முழுவதும் பரவியுள்ள ஈதர் ஊடகத்தைப் பற்றிய இவர் கொள்கை தவறு என்று நிரூபிக்கப்பட்டது. எனவே, வெற்றிடத்தின் வழியே ஒளி எவ்வாறு பரவுகின்றது என்பதையும் இக்கொள்கையினால் விளக்கமுடியவில்லை. மேலும், ஒளியின் தளவிளைவையும் இக்கொள்கையினால் விளக்கமுடியவில்லை. ஏனெனில், தளவிளைவு என்பது குறுக்கலைகளின் பண்பாகும்.

### மின்காந்த அலைக்கொள்கை(Electro magnetic Wave Theory)

ஒளி, குறுக்கலைவடிவில் பரவும் மின்காந்த ஆற்றலை சுமந்து செல்லும் மின்காந்த அலை என்று மேக்ஸ்வெல் (1864) நிரூபித்தார். மேலும், மின்காந்த அலைபரவதற்கு எவ்வித ஊடகமும் தேவையில்லை என்றும் இவரால் நிரூபித்துக்காட்ட முடிந்தது. ஒளியின் அனைத்து நிகழ்வுகளையும் இக்கொள்கை வெற்றிகரமாக நிரூபித்தது.

இருப்பினும் இக்கொள்கையினால் ஒளிமற்றும் பருப்பொருளுக்கு இடையே ஏற்படும் இடைவினையை அதாவது, ஒளிமின் விளைவு (Photo Electric effect) போன்ற நிகழ்வுகளையும் காம்ப்டன் விளைவு (Compton effect) போன்றவற்றையும் விளக்கமுடியவில்லை.

### குவாண்டம் கொள்கை :

ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டீன் (1905), மேக்ஸ் பிளாங்க் (1900)-கின் கருத்துகளை உறுதிப்படுத்தும் விதமாக, ஒளிமின் விளைவை விளக்கினார். ஒளிமின் விளைவின்படி, ஒளியானது ∴ போட்டான் வடிவில் பருப்பொருளின் மீது மோதி, பருப்பொருளிலிருந்து எலக்ட்ரான்களை உமிழச் செய்கிறது. ∴ போட்டான் என்பது தனித்தனி ஆற்றல் சிப்பங்களாகும். ஒவ்வொரு ∴ போட்டானும் பெற்றுள்ள ஆற்றல் E ஆகும். அதாவது,

$$E = hv$$

இங்கு, h என்பது பிளாங்க் மாறிலியாகும். (  $h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ J s}$  ) மற்றும் v என்பது மின்காந்த அலையின் அதிர்வெண்ணைக் குறிக்கிறது.

அலைப்பண்புமற்றும் துகள் பண்பு இரண்டு பண்புகளையும் ஒருங்கே பெற்றுள்ள ஒளியின் இப்பண்பிற்கு, இரட்டைப்பண்பு என்று பெயர். ஒளிபரவும் போது அலையாகவும், பருப்பொருளுடன் இடைவினைபுரியும் போது துகளாகவும் செயல்படுகின்றது என்று தற்போது கருதப்படுகிறது.

## ஒளியின் அலைப்பண்பு(Wave nature of Light):

ஒளிகுறுக்கலைவடிவில் உள்ளமின்காந்தஅலையாகும். குறுக்கீட்டுவிளைவுமற்றும் விளிம்புவிளைவுதொடர்பானசோதனைகளில் இருந்துஒளியின் அலைப்பண்புநிரூபிக்கப்பட்டது. அனைத்துமின்காந்தஅலைகளைப் போன்றேஒளியும் வெற்றிடத்தின் வழியேபரவும். ஒளியின் குறுக்கலைப்பண்பைவிளக்கும் நிகழ்வுதளவிளைவாகும்.

### அலைஒளியியல் (Wave optics):

ஒளியின் அலைப்பண்பைப் பற்றிஅலைஒளியியல் நமக்குவிளக்குகிறது. குறுக்கீட்டுவிளைவு,விளிம்புவிளைவுமற்றும் தளவிளைவுபோன்றஒளியின் நிகழ்வுகளைஅலைஒளியியலின் அடிப்படையில் நாம் விரிவாகப் படிக்கலாம். ஒளி,எதிரொளிப்புமற்றும் ஒளிவிலகல் நிகழ்வினையும் அலைஒளியியலின் அடிப்படையில்தான் விளக்கமுடியும். ஒளிஅலைவடிவில் பரவினாலும் ஒளிபரவும் திசைஒளிக்கதிரைக் கொண்டுதான் குறிப்பிடப்படுகிறது.

### அலைஒளியியல் (Wave optics)

ஒளியின் அலைப்பண்பைப் பற்றிஅலைஒளியியல் நமக்குவிளக்குகிறது. குறுக்கீட்டுவிளைவு,விளிம்புவிளைவுமற்றும் தளவிளைவுபோன்றஒளியின் நிகழ்வுகளைஅலைஒளியியலின் அடிப்படையில் நாம் விரிவாகப் படிக்கலாம். ஒளி,எதிரொளிப்புமற்றும் ஒளிவிலகல் நிகழ்வினையும் அலைஒளியியலின் அடிப்படையில்தான் விளக்கமுடியும். ஒளிஅலைவடிவில் பரவினாலும் ஒளிபரவும் திசைஒளிக்கதிரைக் கொண்டுதான் குறிப்பிடப்படுகிறது.

ஒய்வுநிலையில் உள்ளதண்ணீர்ப்பரப்பின் மீதுகல் ஒன்றினைப் போடும்போது,அக்கல் விழுந்தபுள்ளியைச் சுற்றிவட்டவடிவசிற்றலைகள் பரவும். இந்நிகழ்ச்சிஅலைபரவுவதற்குசிறந்தஒர் உதாரணமாகும். சிற்றலைஒருகுறிப்பிட்டபகுதியைக் கடந்துசெல்லும் போது,அப்பகுதியில் உள்ளநீர் மூலக்கூறுகள் அல்லதுதுகள்கள் மேலும் கீழுமாக இயங்கும் (அல்லது) அலைவுறும். ஒருமையப்புள்ளியிலிருந்துசமதொலைவில் உள்ளசிற்றலையின் அனைத்துத் துகள்களும் ஒரேகட்டத்தில் அதிர்வடையும் அலைமுகப்பைப் கொண்டிருக்கும் ஒரேநிலையில் அல்லதுஒரேகட்டத்தில் அதிர்வடையும் புள்ளிகளை இணைக்கும் முன்புறஉறைக்குஅலைமுகப்புஎன்றுபெயர். அலைபரவல் என்பது,அலைமுகப்புபரவுவதையேகுறிக்கிறது. அலைமுகப்புஎப்போதும் அலைபரவும் திசைக்குசெங்குத்தாகவே இருக்கும். ஒளிக்கதிரின்திசைஅலைபரவும் திசையிலேயே இருந்தால்,அலைமுகப்பு,எப்போதும் ஒளிக்கதிரின் திசைக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும்.

ஒருபுள்ளியில் உற்றுநோக்கப்படும் அலைமுகப்பின் வடிவம் ஒளி மூலத்தின் வடிவத்தையும்,ஒளிமூலம் அமைந்துள்ளதொலைவையும் சார்ந்துள்ளது. வரம்புக்குட்பட்டதொலைவில் அமைந்துள்ளஒருபுள்ளிஒளி மூலம் எப்பொழுதும் கோளகஅலைமுகப்பையேதருகிறது. வரம்புக்குட்பட்டதொலைவில் அமைந்துள்ளநீட்டப்பட்ட (அல்லது) கோட்டுஒளி மூலம்,உருளை வடிவ அலைமுகப்பைத் தருகிறது. ஈரில்லாத் தொலைவில் அமைந்துள்ளஎந்தஒர் ஒளி மூலத்தினாலும் தோன்றும் சமதளஅலைமுகப்புகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

### ஹைகென்ஸ் தத்துவம் (Huygen's Principle):



ஹைகென்ஸ் தத்துவம் ஒருவடிவியல் கட்டமைப்பாகும்.  $t = 0$  என்ற நேரத்தில் அலைமுகப்பின் வடிவம் நமக்குத் தெரிந்தால், எந்த ஒரு நேரத்திலும் உள்ள அலைமுகப்பின் வடிவத்தை ஹைகென்ஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி நாம் கண்டறியலாம். ஹைகென்ஸ் தத்துவத்தின்படி, அலைமுகப்பிலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியும் இரண்டாம் நிலை அலைக்குட்டிகளை உருவாக்கும் ஒளி மூலமாகச் செயல்படும். இப்புள்ளிகளிலிருந்து வெளிவரும் இரண்டாம் நிலை அலைக்குட்டிகள், அலைவேகத்தில், ஊடகத்தின் அனைத்துத் திசைகளிலும் பரவும். இந்த இரண்டாம் நிலை அலைக்குட்டிகளுக்கு வரையப்படும் பொதுவான தொடுகோடு அல்லது இரண்டாம் நிலை அலைக்குட்டிகளின் முன்புற உறை, அடுத்து ஏற்படும் புதிய அலைமுகப்பைக் கொடுக்கும். எனவே, ஹைகென்ஸ் தத்துவம் அலைமுகப்பின் பரவலை விளக்குகிறது.

கோளகமற்றும் சமதள அலைமுகப்புகளின் பரவல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.  $t = 0$  என்ற நேரத்தில் உள்ள அலைமுகப்பை, AB என்க. ஹைகென்ஸ் தத்துவத்தின்படி AB அலைமுகப்பின் ஒவ்வொரு புள்ளியும், அலையின் வேகத்தில் (ஒளியின் வேகம்  $c$  - இல்) செல்லும் இரண்டாம் நிலை அலைக்குட்டிகளை உருவாக்கும் ஒளி மூலமாகச் செயல்படும்.  $t$  காலம் கழித்து அலைமுகப்பின் புதிய நிலையை அறிவதற்கு AB மீதுள்ள P, Q, R... என்ற புள்ளிகளை மையமாகக் கொண்டு  $ct$  ஆரமாகக் கொண்டுவட்டங்கள் வரையவேண்டும். இச்சிறுவட்டங்களின் தொடுகோடு அல்லது முன்புற உறை A'B' அந்த நேரத்தில் ஏற்படும் புதிய அலைமுகப்பாகும். குறிப்பிட்ட தொலைவிலுள்ள புள்ளி ஒளி மூலத்தால் ஏற்படும் இப்புதிய அலைமுகப்பு A'B' ஒரு கோள அலைமுகப்பாக இருக்கும். ஒளி மூலம் மிகநீண்ட தூரத்தில் (எரில்லாத் தொலைவில்) இருந்தால் சமதள அலைமுகப்பாக இருக்கும்.

அலைபரவுவதை விளக்கும் ஹைகென்ஸ் கட்டமைப்பில் ஒரு குறைபாடு உள்ளது. மேற்கண்ட கட்டமைப்பில் தோன்றும் பின் அலை எவ்வாறு மறைகின்றது என்பதை இக்கொள்கை விளக்கவில்லை. மின்காந்த அலைக்கொள்கையின் அடிப்படையில் இப்பின் அலைகளின் பரவல் இயல்பாகவே ஒதுக்கித்தள்ளப்படுகின்றன. இருந்தபோதிலும், ஹைகென்ஸ் கட்டமைப்பு அலைமுகப்பு ஒன்றின் பரவலை வரைபட வடிவில் நன்கு விளக்குகிறது.

அலைமுகப்பு ஒன்றின் பரவலை வரைபட வடிவில் நன்கு விளக்குகிறது.

### எளிய நுண்ணோக்கி:

ஒரு எளிய நுண்ணோக்கி என்பது, குறைந்த குவியத்தூரம் கொண்ட ஒரு உருப்பெருக்கும் (குவிக்கும்) லென்ஸ் ஆகும். பொருளின் நேரான, உருப்பெருக்கப்பட்ட மாய பிம்பத்தைப் பெறுவதே இதன் அடிப்படை நோக்கமாகும். இங்கு இரண்டு விதமான உருப்பெருக்கங்களைப் பற்றிப் படிக்க உள்ளோம்.

1. அண்மைப்புள்ளி புள்ளியில் குவியப்படுத்துதல் பொருளின் பிம்பம் அருகிலுள்ள ஒரு புள்ளியில் தோன்றும். அதாவது, சாதாரண கண்களுக்கு 25 cm தொலைவில் பிம்பம் தோன்றும். இத்தொலைவிற்கு தெளிவுறுகாட்சியின் மீச்சிறு தொலைவு (D) என்று பெயர். இந்த நிலைகண்களுக்கு வசதியாக இருந்தபோதிலும், சற்றே சிரமத்தை ஏற்படுத்தும்.

2. இயல்புநிலைகுவியப்படுத்துதல் - பொருளின் பிம்பம் ஈரில்லாத் தொலைவில் தோன்றும். இந்தநிலையில் கண்களுக்குள்விதசிரமமும் இன்றிப் பிம்பத்தைவசதியாகப் பார்க்கமுடியும் காட்டப்பட்டுள்ளது.

### அண்மைப்புள்ளிகுவியப்படுத்தலுக்கானஉருப்பெருக்கம்:

அண்மைப்புள்ளிகுவியப்படுத்தல் காட்டப்பட்டுள்ளது. லென்சின் குவியத்தாரத்திற்குக் குறைவானதொலைவில் பொருள் உள்ளது. அதன் தொலைவு  $u$  ஆகும். பிம்பம், மீச்சிறுதொலைவில்  $D$  அதாவது, அண்மைப் புள்ளியில் தோன்றுகிறது. உருப்பெருக்கத்திற்கானசமன்பாடு,

$$m = \frac{v}{u}$$

லென்ஸ் சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி,  $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  உருப்பெருக்கத்தைப் பின்வருமாறுஎழுதலாம்.

$$m = 1 - \frac{v}{f}$$

குறியீட்டுமரபினைப் பயன்படுத்தி  $v$  யின் மதிப்பைபிரதியிடும் போது  $v = -D$ . எனவே,

### நுண்ணோக்கியின் பிரிதிறன்:

நுண்ணோக்கியின் பிரிதிறனைக் கணக்கிடுவதற்கானவிளக்கம், காட்டப்பட்டுள்ளது. நுண்ணோக்கியைக் கொண்டுபொருளைஉற்றுநோக்குவதன் மூலம் அப்பொருள் தொடர்பானவிவரங்களைஅறியலாம். நுண்ணோக்கியின் திறன் உருப்பெருக்கத்தைமட்டும் சார்ந்ததல்ல. மிகக் குறைந்ததொலைவில் ( $d_{min}$ ) அமைந்துள்ள இரண்டுபுள்ளிகளைபிரித்துக் காட்டுவதையும் சார்ந்தது. நுண்ணோக்கியின் பிரிதிறன் சிறப்பாகஅமைய, புள்ளிகளுக்கு இடையேஉள்ளதொலைவு ( $d_{min}$ ) குறைவாக இருக்கவேண்டும்.

பாடப் பகுதியின் முற்பகுதியில், மையப் பெருமத்திற்கானஆரம் தரப்பட்டுள்ளது. அதன்படி

$$r_o = \frac{1.22\lambda v}{a}$$

### கூட்டு நுண்ணோக்கி:

கூட்டு நுண்ணோக்கியின் அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. பொருளுக்கு அருகே உள்ள லென்சுக்குப் பொருளருகு லென்ஸ் என்று பெயர். இந்த லென்ஸ் பொருளின் மெய்யான, தலைகீழாக்கப்பட்ட மற்றும் உருப்பெருக்கப்பட்ட பிம்பத்தைத் தோற்றுவிக்கும். இப்பிம்பம், இரண்டாவது லென்சான கண்ணருகு லென்சுக்கு பொருளாகச் செயல்படுகிறது. கண்ணருகு லென்ஸ் ஓர் எளிய நுண்ணோக்கி போன்று செயல்பட்டு இறுதியாகப் பெரிதாக்கப்பட்ட மாயபிம்பத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. பொருளருகு லென்சினால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட தலைகீழான முதல் பிம்பம், கண்ணருகு லென்சுக்கு நெருக்கமாக, ஆனால் அதன் குவியப்பரப்பிற்குள் இருக்கும்படி சரிசெய்யும் போது, இறுதி பிம்பம் கிட்டத்தட்ட ஈரில்லாத் தொலைவில் அல்லது அண்மைப் புள்ளியில் தோன்றும். இறுதிபிம்பம் உண்மையான பொருளைப்பொருத்துத் தலைகீழாகக் கிடைக்கும். கூட்டு நுண்ணோக்கியின் உருப்பெருக்கத்திற்கான கோவையைப் பின்வருமாறு நாம் வருவிக்கலாம்.



### கூட்டு நுண்ணோக்கியின் உருப்பெருக்கம்:

கதிர் ஒளிப்படத்திலிருந்து, பொருளருகு லென்சின் நேரியல் உருப்பெருக்கம், பின்வருமாறு, தொலைவில் அல்லது அண்மைப் புள்ளியில் தோன்றும். இறுதிபிம்பம் உண்மையான பொருளைப்பொருத்துத் தலைகீழாகக் கிடைக்கும். கூட்டு நுண்ணோக்கியின் உருப்பெருக்கத்திற்கான கோவையைப் பின்வருமாறு நாம் வருவிக்கலாம்.

### கூட்டு நுண்ணோக்கியின் உருப்பெருக்கம்:

கதிர் ஒளிப்படத்திலிருந்து, பொருளருகு லென்சின் நேரியல் உருப்பெருக்கம், பின்வருமாறு, லென்சின் நேரியல் உருப்பெருக்கம், பின்வருமாறு,

$$m_o = \frac{h'}{h}$$

நாம் அறிந்தபடி, இருந்து  $\tan \beta = \frac{h}{f_o} = \frac{h'}{L}$ . எனவே

$$\frac{h'}{h} = \frac{L}{f_o}$$

$$m_o = \frac{L}{f_o}$$

இங்கு, L என்பது கண்ணருகு லென்சின் முதல் குவியப்புள்ளிக்கும், பொருளருகு லென்சின் இரண்டாம் குவியப்புள்ளிக்கும் இடையே உள்ள தொலைவாகும். இதற்குக் கூட்டு நுண்ணோக்கியின் குழலின் நீளம் (L) என்று பெயர், மேலும்  $f_o$  மற்றும்  $f_e$  இரண்டும் (L)ஐ விடக் குறைவாகத்தான் இருக்கும்.

இறுதி பிம்பம், அண்மைப்புள்ளியில் அமைந்தால், கண்ணருகு லென்சின் உருப்பெருக்கம்  $m_e$  பின்வருமாறு

$$m_e = 1 + \frac{D}{f_e}$$

அண்மைப்புள்ளி குவியப்படுத்தலின் மொத்த உருப்பெருக்கம் (m) பின்வருமாறு

$$m = m_o m_e = \left( \frac{L}{f_o} \right) \left( 1 + \frac{D}{f_e} \right)$$

இறுதிபிம்பம் ஈரில்லாத் தொலைவில் அமைந்தால் (இயல்புநிலை குவியப்படுத்துதல்), கண்ணருகு லென்சின் உருப்பெருக்கம்  $m_e$  பின்வருமாறு

$$m_e = \frac{D}{f_e}$$

இயல்புநிலை குவியப்படுத்துதலில் ஏற்படும் மொத்த உருப்பெருக்கம் m பின்வருமாறு கிடைக்கும்.

$$m = m_o m_e = \left( \frac{L}{f_o} \right) \left( \frac{D}{f_e} \right)$$

### வானியல் தெலைநோக்கி (Astronomical telescope):

விண்மீன்கள், கோள்கள், நிலவு போன்ற தொலைவிலுள்ள வான்பொருள்களை உருப்பெருக்கம் செய்து காண்பதற்குப் பயன்படும் தொலைநோக்கியே வானியல் தொலை

நோக்கியாகும். வானியியல் தொலைநோக்கியில் தோன்றும் பிம்பம் தலைகீழானதாகும். கண்ணருகு லென்சைவிட அதிக குவியத்தூரமும் பெரிய துளையும் கொண்ட பொருளருகு லென்ஸ் இதில் உள்ளது. மிகத் தொலைவிலுள்ள பொருளிலிருந்து வரும் ஒளி, பொருளருகு லென்சின் வழியே நுழைந்து வானியல் தொலைநோக்கிக்குழலின் இரண்டாம் குவியப்புள்ளியில் ஒரு மெய் பிம்பத்தைத் தோற்றுவிக்கும். கண்ணருகு லென்ஸ், இந்த பிம்பத்தை உருப்பெருக்கம் செய்து, பெரிதான தலைகீழான இறுதி பிம்பத்தைத் தோற்றுவிக்கும்.

**வானியல் தொலைநோக்கியின் உருப்பெருக்கம்:**

இறுதி பிம்பம் விழியுடன் ஏற்படுத்தும் கோணத்திற்கும்  $\beta$  பொருள் லென்ஸ் அல்லது விழியுடன் ஏற்படுத்தும் கோணத்திற்கும்  $\alpha$  உள்ள விகிதமே வானியல் தொலைநோக்கியின் உருப்பெருக்கம் ( $m$ ) ஆகும்.

$$m = \frac{\beta}{\alpha}$$

படத்திலிருந்து,  $m = \frac{h/f_e}{h/f_o}$

$$m = \frac{f_o}{f_e}$$

வானியல் தொலைநோக்கியின் தோராய நீளம்,  $L = f_o + f_e$

**நிலப்பரப்புத் தொலைநோக்கி (Terrestrial Telescope)**

நிலப்பரப்புத் தொலைநோக்கியில் கூடுதலாக லென்ஸ் ஒன்றைப் பயன்படுத்தி நேரக்கப்பட்ட இறுதிபிம்பம் பெறப்படுகிறது.

**பிரதிபலிக்கும் தொலைநோக்கி (Reflecting telescope)**

பெரிய அளவிலான மற்றும் ஒளியியல் குறைபாடுகளற்ற பிம்பங்களைத் தோற்றுவிக்கும் லென்ஸ்களை உருவாக்குவது மிகவும் கடினமானது மற்றும் பொருட்செலவு மிக்கது ஆகும். நவீன தொலைநோக்கிகளில் பொருளருகு லென்ஸ்களுக்கு மாற்றாக குவி ஆடிகள் பயன்படுகின்றன.

குவிஆடிகள் பொருளருகு லென்ஸாகச் செயல்படும் தொலைநோக்கிக்கு பிரதிபலிக்கும் தொலைநோக்கி என்று பெயர். இது மற்ற தொலைநோக்கிகளைவிட கூடுதல் சிறப்பினைப் பெற்றுள்ளது. அவற்றில் ஒரே ஒரு பரப்பினை மட்டும் மெருகேற்றிப் பளபளப்பாக வைத்துக் கொள்வது போதுமானதாகும். லென்ஸ்கள் அவற்றின் விளிம்புகளில் மட்டுமே தாங்கி நிறுத்தப்படுகின்றன. ஆனால், ஆடிகளைப் பயன்படுத்தும் போது அவற்றின் பின்பக்கம் முழுவதையும் தாங்கிப்பிடிப்பதற்குப் பயன்படுத்தலாம். இருப்பினும், பிரதிபலிக்கும் தொலைநோக்கியில் ஒரு குறைபாடு உள்ளது. அதாவது, பொருளருகு ஆடி தொலைநோக்கிக் குழலின் உள்ளேயே ஒளி குவிக்கப்படுகிறது. கண்ணருகு லென்சை குழலின் உள்ளே பொருத்தி பிம்பத்தைக் காண்பது சிரமமாகும். இக்குறைபாடு தற்போது நிவர்த்தி செய்யப்பட்டுள்ளது. இரண்டாவது குவி ஆடி ஒன்றினைப் பயன்படுத்தி குழலின் உள்ளே குவியப்படுத்தப்படும் ஒளியை, குழலின் வெளிப்பக்கமாக கொண்டுவந்து பிம்பத்தைக் காணலாம்.

**நிறமாலைமானி (Spectrometer):**

பல்வேறு ஒளி மூலங்களிலிருந்து வரும் நிறமாலைகளை ஆராயவும், பொருள்களின் ஒளிவிலகல் எண்களைக் கணக்கிடவும் நிறமாலைமானிகள் பயன்படுத்துகின்றன. நிறமாலைமானி ஒன்று காட்டப்பட்டுள்ளது. அடிப்படையில் நிறமாலைமானி மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. அவை முறையே இணையாக்கி, முப்பட்டக மேடை மற்றும் தொலைநோக்கி ஆகும்.

### இணையாக்கி:

இணை ஒளிக்கற்றையை உருவாக்கும் அமைப்பே இணையாக்கி ஆகும். நீண்ட உருளை வடிவ குழலின் உள்முனையில் குவிலென்சும், வெளி முனையில் செங்குத்துப் பிளவும் கொண்ட அமைப்பே இணையாக்கி ஆகும். லென்ஸ் மற்றும் செங்குத்துப் பிளவுக்கு இடையே உள்ள தொலைவினைச் சரிசெய்து பிளவினை லென்சின் குவியத்தில் நிலைநிறுத்தும்படி இணையாக்கி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. பிளவு ஒளிமூலத்தை நோக்கி உள்ளவாறு நிலைநிறுத்தப்பட்டுள்ளது. பிளவின் அகலத்தைக் தேவைக்கு ஏற்றவாறு சரிசெய்து கொள்ளலாம். முப்பட்டகத்தின் அடிபாகத்துடன் இணையாக்கி உறுதியாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

### முப்பட்டக மேடை:

முப்பட்டகம், கீற்றணி போன்றவற்றைப் பொருத்துவதற்கு முப்பட்டக மேடை பயன்படுகிறது. மூன்று சரிசெய்யும் திருகுகளுடன் அமைந்த இரண்டு இணையான வட்டவடிவத் தட்டுகள் முப்பட்டக மேடையில் உள்ளன. நிறமாலைமானியின் மையத்தின் வழியே செல்லும் செங்குத்து அச்சைப் பொருத்து சுழலும் வகையில் முப்பட்டக மேடை பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் நிலையை வெர்னியர்  $V_1$  மற்றும்  $V_2$  ஆகியவற்றைக் கொண்டு அறியலாம். தேவையான உயரத்திற்கு முப்பட்டக மேடையை உயர்த்தும் வகையில் அது அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

### தொலைநோக்கி:

இது வானியல் தொலைநோக்கி வகையைச் சார்ந்ததாகும். குழல் ஒன்றின் ஒரு முனையில் குறுக்குக் கம்பிகளுடன் அமைந்த கண்ணருகு லென்சும், அதன் மறுமுனையில் பொருளருகு லென்சும் ஒரே அச்சில் அமைந்துள்ளன. இணையாக்கியிலிருந்து வரும் இணைகதிர்களைக் கொண்டு கண்ணருகு லென்சுக்கும் பொருளருகு லென்சுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவினைச் சரிசெய்து, தெளிவான பிம்பத்தைக் குறுக்குக் கம்பியில் தோன்ற செய்யலாம். நிறமாலைமானியின் மையம் வழியே செல்லும் செங்குத்து அச்சைப் பொருத்து, சுழலும் வகையில் தொலைநோக்கி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. தொலைநோக்கியுடன் அரைடிகிரியாகப் பிரிக்கப்பட்ட அளவீடுகள் கொண்ட வட்டவடிவ அளவு கோல் ஒன்று தொலைநோக்கியுடன் சேர்ந்து சுழலும் வகையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. தொலைநோக்கி மற்றும் முப்பட்டக மேடை இரண்டையும் விரும்பும் இடத்தில் நிலைநிறுத்துவதற்காக இரண்டு ஆரதிருகு ஆணிகள் உள்ளன. மேலும், நுட்பகமாகச் சரிசெய்வதற்குத் தொடுகொடு திருகு ஆணிகளும் காணப்படுகின்றன.

### நிறமாலைமானியில் மேற்கொள்ள வேண்டிய சீரமைப்புகள்:

நிறமாலைமானியைப் பயன்படுத்தி ஆய்வினை மேற்கொள்ளும் முன்பாகப் பின்வரும் சீரமைப்புகளைச் செய்ய வேண்டும்.

### கண்ணருகு லென்சைச் சீரமைத்தல்:

தொலைநோக்கியை, ஒளியூட்டப்பட்ட பரப்பினை நோக்கிச் சுழற்றி, குறுக்குக் கம்பியை முன்னும்பின்னும் நகர்த்தித் தெளிவான பிம்பம் கண்களுக்குத் தெரியும் இடத்தில் அதனை நிலைநிறுத்த வேண்டும்.

**1. தொலைநோக்கியைச் சீரமைத்தல்:**

இணைகதிர்களைப் பெறும் வகையில் தொலைநோக்கியைச் சீரமைக்க, அதனை தொலைவில் உள்ள பொருள் ஒன்றைக் காணும் வகையில் நிலை நிறுத்த வேண்டும். பின்னர், கண்ணருகு லென்சுக்கும் பொருளருகுலென்சுக்கும் உள்ள தொலைவினைச் சரிசெய்து, தெளிவான பிம்பம் கண்ணருகு லென்சின் குறுக்குக் கம்பியில் விழும்படி அமைக்க வேண்டும்.

**2. இணையாக்கியைச் சீரமைத்தல்**

இணையாக்கியின் பிளவினைச் சரி செய்து, ஒளிமூலம் ஒன்றினால் அதனை ஒளியூட்ட வேண்டும். பின்னர், இணையாக்கியின் அச்சக் கோட்டில் நிற்கும் வகையில் தொலைநோக்கியைச் சுழற்றி நிலைநிறுத்த வேண்டும். தொலைநோக்கியின் கண்ணருகுலென்சின் குறுக்குக் கம்பியில் தெளிவான பிம்பம் கிடைக்கும் வரை, இணையாக்கியின் பிளவிற்கும் லென்சுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவைச் சரிசெய்ய வேண்டும். ஏனெனில், தொலைநோக்கி இணைகதிர்களைப் பெறும்வகையில் ஏற்கனவே சரிசெய்யப்பட்டுள்ளது. இணையாக்கியிலிருந்து வரும் கதிர்கள் இணையாக இருந்தால் மட்டுமே, தெளிவான மற்றும் நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட பிம்பம் கிடைக்கும்.

**3. முப்பட்டக மேடையைச் சீரமைத்தல் இரசமட்டம் மற்றும் சரிசெய்யும் திருகாணிகளைப் பயன்படுத்தி, முப்பட்டக மேடையின் இணை வட்டத்தகடுகளை சரிசெய்யலாம்.**

**முப்பட்டகம் செய்யப்பட்ட பொருளின் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் காணல்:**

நிறமலைமானியின் தொலைநோக்கி, இணையாக்கி மற்றும் முப்பட்டக மேடை போன்றவற்றின் தொடக்கச் சீரமைப்புகளைச் செய்ய வேண்டும். முப்பட்டகக் கோணம் மற்றும் சிறும திசைமாற்றக் கோணம் ஆகியவற்றைச் கண்டறிந்து முப்பட்டகப் பொருளின் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

முப்பட்டகத்தின் ஒளிவிலகுப்பக்கங்கள் சந்திக்கும் முனைகள், இணையாக்கியைப் பார்க்கும் வகையில் முப்பட்டக மேடை மீது முப்பட்டகம் வைக்கப்படுகிறது. இணையாக்கியின் பிளவு சோடிய ஆவி விளக்கினைக் கொண்டு ஒளியூட்டப்படுகிறது. இணையாக்கியிலிருந்து வரும் இணைகதிர்கள் முப்பட்டகத்தின் AB மற்றும் AC பக்கங்களில் விழும்படி முப்பட்டகம் சரிசெய்யப்படுகிறது. AB பக்கத்தில் பட்டு எதிரொளித்த பிளவின் பிம்பம், தொலை நோக்கியின் குறுக்குக்கம்பியுடன் பொருந்தும் வகையில் தொலை நோக்கியைச் சுழற்றி  $T_1$  நிலையில் பொருத்தி வெர்னியர் அளவீடுகளை குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். மீண்டும் தொலைநோக்கியைச் சுழற்றி, முப்பட்டகத்தின் AC பட்டகத்தில் பட்டு எதிரொளித்த பிளவின் பிம்பம் தொலைநோக்கியின் குறுக்குக் கம்பியுடன் பொருந்தும் வகையில்  $T_2$  நிலையில் நிலைநிறுத்த வேண்டும். இதற்கான வெர்னியர் அளவீடுகளைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

இவ்விரண்டு அளவீடுகளின் வேறுபாடு, தொலைநோக்கி சுழற்றப்பட்டக் கோணத்தைக் கொடுக்கும். இக்கோணம் முப்பட்டகக் கோணத்தின் இரண்டு மடங்கிற்குச் சமமாகும். இம்மதிப்பில் பாதி முப்பட்டகக் கோணத்தைக் (A) கொடுக்கும்.

இணையாக்கியிலிருந்து வரும் ஒளி முப்பட்டகத்தின் ஓர் ஒளிவிலகு பக்கத்தின் மீது விழுந்து, மறுபக்கத்தின் வழியே ஒளிவிலகல் அடைந்த ஒளியைத் தொலைநோக்கியின்

வழியே பார்க்கும் வகையில், முப்பட்டகத்தை மேடைமீது பொருத்த வேண்டும். தற்போது திசைமாற்றக்கோணத்தின் மதிப்பு குறையும் வகையில் முப்பட்டக மேடையைச் சுழற்ற வேண்டும். ஒரு கட்டத்தில் தொலை நோக்கியின் வழியே பார்க்கும் பிம்பம் ஓர் இடத்தில் நின்று, முப்பட்டக மேடையை ஏற்கெனவே சுழற்றிய திசையிலேயே தொடர்ந்து சுழற்றும்போது பின்வாங்க ஆரம்பிக்கும். இதன் காரணமாகத் திசைமாற்றக் கோணத்தின் மதிப்பு அதிகரிக்கும். பிம்பம் எந்த இடத்தில் பின்வாங்க ஆரம்பிக்கிறதோ, அந்த இடத்தில் தொலைநோக்கியின் செங்குத்துக் குறுக்குக் கம்பி பொருந்தும்படி தொலைநோக்கியை நிலைநிறுத்த வேண்டும். இது சிறுமதிசைமாற்ற நிலையைக் கொடுக்கும். இந்நிலைக்கான வெர்னியர் அளவீடுகளைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

தற்போது முப்பட்டகத்தை நீக்கிவிட்டு, இணையாக்கியிலிருந்து வரும் பிம்பத்தை நேரடியாக தொலைநோக்கியின் வழியே பார்க்கும் வகையில் தொலைநோக்கியைச் சுழற்ற வேண்டும். நேரடி பிம்பத்துடன் செங்குத்துக் குறுக்குக்கம்பி பொருந்தும் வகையில் அமைத்து அதற்கான வெர்னியர் அளவீடுகளைக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும் இவ்விரண்டு அளவீடுகளின் வேறுபாடு சிறுமதிசைமாற்றக் கோணத்தைக் (D) கொடுக்கும். முப்பட்டகம் செய்யப்பட்ட பொருளின் ஒளிவிலகல் எண்ணைப் பின்வரும் சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடலாம்.

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

வெற்றிட முப்பட்டகம் ஒன்றினுள் திரவத்தை நிரப்பி, மேற்கூறப்பட்ட அதே முறையில் சோதனைகளை நிகழ்த்தி திரவத்தின் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் காணலாம். நிறமாலைமணி சோதனைகள் தரப்பட்டுள்ளன.

### மனித விழி (The eye):

மனிதஉயிர்களுக்குக் கடவுளால் வழங்கப்பட்ட இயற்கைஒளியியல் கருவிவிழிகளாகும். மனிதவிழியின் அமைப்புமற்றும் அதன் வேலைசெய்யும் முறைபோன்றவை. ஒளியியலில் தரப்பட்டுள்ளன. விழிலென்ஸ் சுருங்கிவிரியும் தன்மையைபெற்றிருப்பதால் விழிலென்சின் குவியத் தொலைவைஒருகுறிப்பிட்டஅளவிற்குவிழியினால் மாற்றியமைக்க இயலும். விழிகள் முழு தளர்வுநிலையில் உள்ளபோது,அவற்றின் குவியத்தொலைவுபெருமமாகும். விழிகளைச் சுருக்கிப் பொருள்களைப் பார்க்கும் போது,அவற்றின் குவியத் தொலைவுசிறுமமாகும். தெளிவாகப் பொருள்களைக் காண,பொருளின் பிம்பம் விழித்திரையின் மீது(retina)சரியாகவிழவேண்டும். வயதுவந்தவர் ஒருவரின் விழியின் விட்டம் கிட்டத்தட்ட 2.5 cm. அதாவது, இது பிம்பத்தின் தொலைவு. வேறுவகையில் கூற வேண்டுமெனில் இந்த நபருக்கு விழிலென்சுக்கும், விழித்திரைக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு 2.5 cm ஆகும். விழியில் சுரக்கும் இரண்டு ஒளிபுகும் திரவங்களான அக்குவஸ் திரவம் மற்றும் விட்ரஸ் திரவம் போன்றவற்றின் ஒளிவிலகல் எண்களைக் கருத்தில் கொள்ளலாமல், விழியின் ஒளியியல் செயல்பாட்டைப் பற்றி இங்கு நாம் படிக்கலாம். சாதாரண பார்வை கொண்ட ஒருவரால்,சரில்லாத் தொலைவில் வைக்கப்பட்டுள்ள பொருளைப் பெருமக் குவியத் தொலைவுடன்  $f_{max}$  சிரமமின்றி விழியின் மூலம் காண இயலும். இதேபோன்று 25 cm தொலைவில் வைக்கப்பட்டுள்ள பொருளைச் சிறுமக் குவியத் தொலைவுடன் ( $f_{min}$ ) விழியினைச் சுருக்கிக் காண இயலும்.

மனிதவிழியின் பெருமக் குவியத்தொலைவு  $f_{max}$  மற்றும் சிறுமக்குவியத் தொலைவிற்கான  $f_{min}$  சமன்பாட்டை பின்வருமாறு வருவிக்கலாம். லென்ஸ் சமன்பாட்டிலிருந்து,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

பொருள் ஈரில்லாத் தொலைவில் உள்ளபோது,  $u = -\infty$  மற்றும்  $v = 2.5 \text{ cm}$  (விழி லென்சுக்கும் விழித்திரைக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு). பெருமக் குவியத்தொலைவுடன் ( $f_{\max}$ ) சிரமமின்றி விழியினால் பொருளைக் காணும் நிலையில்

$$\frac{1}{f_{\min}} = \frac{1}{2.5 \text{ cm}} - \frac{1}{-\infty}$$

$$f_{\max} = 2.5 \text{ cm}$$

பொருள் அண்மைப் புள்ளியில் உள்ளபோது,  $u = -25 \text{ cm}$ , மற்றும்  $v = 2.5 \text{ cm}$  (விழி லென்சுக்கும் விழித்திரைக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு). சிறுமக்குவியத் தொலைவுடன்  $f_{\min}$  விழியினைச் சுருக்கி பொருளைக் காணும் நிலையில்,

$$\frac{1}{f_{\min}} = \frac{1}{2.5 \text{ cm}} - \frac{1}{-25 \text{ cm}}$$

$$f_{\min} = 2.27 \text{ cm}$$

$f_{\max} - f_{\min} = 0.23 \text{ cm}$  விழிலென்சின் குவியத் தொலைவில் ஏற்படும் இச்சிறிய வேறுபாட்டினால் ஈரில்லாத் தொலைவிலிருந்து அண்மை நிலைப்புள்ளிவரை பொருள்களை நம்மால் காண முடிகிறது. தற்போது, நாம் பார்வையில் ஏற்படும் சில பொதுவான குறைபாடுகளைப் பற்றிப் படிக்கலாம்.

### கிட்டப்பார்வை(myopia)

கிட்டப்பார்வைகுறைபாட்டினால் பாதிக்கப்பட்டநபரினால் தொலைவில் உள்ளபொருளைத் தெளிவாகக் காண இயலாது, இக்குறைபாட்டிற்கானகாரணம் இயல்புநிலையைவிடவிழிலென்சின் தடிமன் அதிகரித்துஅதன் காரணமாகவிழிலென்சின் குவியத்தொலைவுமிகவும் குறைந்துவிடுவதாகும் அல்லதுவிழிக் கோளத்தின் விட்டம் இயல்புநிலையைவிடஅதிகமாக இருப்பதாகும். இவ்வகைகுறைபாட்டினால் பாதிக்கப்பட்டநபர்களினால் அவர்களின் கண்களைத் தேவைக்குஅதிகமாகதளர்வடையச் செய்ய இயலாது. லென்ஸ்களைப் பயன்படுத்தி இக்குறைபாட்டினைச் சரிசெய்யமுடியும்.

தொலைவில் உள்ளபொருளிலிருந்துவரும் இணைகதிர்கள்,விழித்திரையைஅடையும் முன்பேகுவிக்கப்படுகின்றன. ஆனால் அருகேஉள்ளபொருள்களை இவர்களால் நன்குகாணமுடியும். கிட்டப்பார்வைகுறைபாடுடையநபரால் பார்க்கப்படும் பெருமத் தொலைவுXஎன்க. சரிசெய்யும் லென்சைக் கொண்டுஈரில்லாத் தொலைவில் உள்ளபொருளின் மாயபிம்பத்தைXபுள்ளியில் ஏற்படுத்தி இக்குறைபாட்டைச் சரிசெய்யலாம்.

லென்ஸ் சமன்பாட்டினைக் கொண்டு கிட்டப்பார்வைகுறைபாட்டைச் சரிசெய்யும் லென்சின் குவியத் தொலைவைக் கணக்கிடலாம்.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

இங்கு,  $u = -\infty$ ,  $v = -x$  இம்மதிப்புகளைலென்ஸ் சமன்பாட்டில் பிரதியிடும் போது,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-x} - \frac{1}{-\infty}$$

சரிசெய்யும் லென்சின் குவியத் தொலைவு,

$$f = -x$$

மேற்கண்டசமன்பாட்டிலுள்ளஎதிர்குறி,பயன்படுத்தும் லென்ஸ் ஒருகுழிலென்ஸ் என்பதைக் காட்டுகிறது. அடிப்படையில் குழிலென்ஸ் என்பதைக் காட்டுகிறது. அடிப்படையில்

குழிலென்ஸ் உதவியின்றிவிழித்திரைக்குமுன்பாககுவிந்த இணைகதிர்களை, இந்தக் குழிலென்ஸ் விரிகதிர்களாகமாற்றிவிழித்திரையில் குவியமடையச் செய்கிறது. எனவே, இங்கு, இம்மதிப்புகளைலென்ஸ் சமன்பாட்டில் பிரதியிடும் போது,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-x} - \frac{1}{-\infty}$$

சரிசெய்யும் லென்சின் குவியத்தொலைவு,

$$f = -x$$

மேற்கண்டசமன்பாட்டிலுள்ளஎதிர்குறி,பயன்படுத்தும் லென்ஸ் ஒருகுழிலென்ஸ் என்பதைக் காட்டுகிறது. அடிப்படையில் குழிலென்ஸ் உதவியின்றிவிழித்திரைக்குமுன்பாககுவிந்த இணைகதிர்களை, இந்தக் குழிலென்ஸ் விரிகதிர்களாகமாற்றிவிழித்திரையில் குவியமடையச்செய்கிறது. எனவே,கிட்டப்பார்வைகுறைபாடுஉள்ளநபரினால் குழிலென்ஸ் உதவியுடன் தொலைவில் உள்ளபொருளையும் காணமுடிகிறது.

### தூரப்பார்வை(Hypermertopia)

தூரப்பார்வைகுறைபாடுடையநபரினால் விழிக்குஅருகேஉள்ளபொருள்களைத் தெளிவாகக் காண இயலாது. தூரப் பார்வைகுறைபாடுடையநபர்களின் விழிலென்ஸ் இயல்பைவிடமெல்லியதாகக் காணப்படும். இதன் காரணமாகவிழிலென்சின் குவியத்தொலைவுமிகஅதிகமாக இருக்கும் அல்லது இயல்பைவிடவிழிக்கோளம் சுருங்கிவிடுவதினாலும் இக்குறைபாடுஏற்படும். இக்குறைபாடுடையநபர்களின் தெளிவுறுகாட்சியின் மீச்சிறுதொலைவு(Least Distance for clear vision) 25 cmவிடஅதிகமாக இருக்கும். எனவே, இவர்கள்,பொருள்களைக் கண்களிலிருந்து தூரமாகவைத்துசிரமத்துடன் பார்க்கவேண்டியுள்ளது. எனவேபடிப்பதுமற்றும் சிறியபொருள்களைக் கையில் எடுத்துப் பார்ப்பதுபோன்றசெயல்களை இவர்களால் எளிதாகச் செய்ய இயலாது. வயது மூப்புக்காரணமாகஏற்படும் இவ்வகைகுறைபாட்டிற்குவெள்ளெழுத்து(Presbyopia) என்றுபெயர். ஏனெனில்,வயதானவர்களால் விழியைச் சுருக்கிவிழிலென்சின் குவியத் தொலைவைகுறைக்க இயலாது.

அண்மைப் புள்ளியிலுள்ள பொருளிலிருந்துவரும் ஒளிக்கதிர்கள் விழித்திரைக்கு பின்புறமாகக் குவியமடைவதுகாட்டப்பட்டுள்ளது. ஆனால், இக்குறைபாடுடைய நபர்களினால் 25 cmக்கும் அதிகமானதொலைவில் உள்ள பொருள்களைக் காண இயலும்.

தூரப்பார்வை குறைபாடுடைய நபரின் விழியிலிருந்துநாம் கருதும் புள்ளியின் குறைந்தபட்சத் தொலைவை  $y$  என்க. இத்தொலைவிற்குஅப்பால் உள்ளபொருள்களை குறைபாடுடைய நபரினால் பார்க்கமுடியும். இக்குறைபாட்டினைச் சரிசெய்யயுள்ளபுள்ளியிலுள்ள பொருளின் மாயபிம்பத்தைச் சரிசெய்யும் லென்சின் உதவியால் விழியிலிருந்து25 cmதொலைவில் (அண்மைப் புள்ளியில்) தோற்றுவிக்கவேண்டும். லென்ஸ் சமன்பாட்டைக் கொண்டு தூரப்பார்வை குறைபாட்டைச் சரிசெய்யும் லென்சின் குவியத் தூரத்தைக் கணக்கிடலாம்.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

இங்கு  $u = -y$ ,  $v = -25 \text{ cm}$ . இம்மதிப்புகளைலென்ஸ் சமன்பாட்டில் பிரதியிடும் போது,

லென்ஸ் சமன்பாட்டில் பிரதியிடும் போது,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-y} - \frac{1}{-25cm}$$

மேற்கண்டசமன்பாட்டைச் சுருக்கினால்,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25cm} - \frac{1}{y} = \frac{y - 25cm}{y \times 25cm}$$

$$f = \frac{y \times 25cm}{y - 25cm}$$

மேற்கொண்டசமன்பாட்டினைக் கொண்டு கணக்கிடப்படும் குவியத்தூரம் எப்போதும் நேர்குறிமதிப்பைப் பெற்றிருக்கும். ஏனெனில் y எப்போதும் 25 cm ஐ விட அதிகமாக இருக்கும். குவியத்தூரத்தில் உள்ள நேர்குறி, பயன்படுத்தப்படும் சரிசெய்யும் லென்ஸ் குவிலென்ஸ் என்பதைக் காட்டுகிறது. அடிப்படையில் குவிலென்ஸ் உதவியின்றி விழித்திரைக்குப் பின்புறமாகக் குவிந்தகதிர்களை, இந்தக் குவிலென்ஸ் மேலும் குவிகதிர்களாக மாற்றி விழித்திரையில் குவியமடையச் செய்கிறது. எனவே, தூரப்பார்வை குறைபாடுடைய நபரினால் குவிலென்ஸ் உதவியுடன் அருகே உள்ள பொருளையும் தெளிவாகக் காண இயலும்.

### ஒருதளப்பார்வை (Astigmatism):

விழிலென்சில், வெவ்வேறுவளைவு ஆரங்களைப் பெற்ற தளங்கள் காணப்படுவதால் ஒருதளப்பார்வைக் குறைபாடு ஏற்படுகிறது. ஒருதளப்பார்வை குறைபாடுடைய நபரினால் அனைத்துத் திசைகளிலும் தெளிவாக ஒன்றுபோல் பார்க்க இயலாது. கிட்டப்பார்வை மற்றும் தூரப்பார்வை குறைபாட்டை விட இக்குறைபாடு சற்றே சிக்கலானதாகும். வெவ்வேறுவளைவு ஆரங்களைக் கொண்ட தளங்களை உடைய லென்ஸ்களைப் பயன்படுத்தி ஒருதளப்பார்வை குறைபாட்டைச் சரிசெய்ய இயலும். வெவ்வேறுவளைவு ஆரங்களையுடைய தளங்களைக் கொண்ட லென்ஸ்களுக்கு உருளை வடிவ லென்ஸ்கள் என்று பெயர். வயது மூப்பின் காரணமாக ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பார்வைக் குறைபாடுகள் மனிதர்களுக்கு ஏற்படலாம். கிட்டப்பாடுகளும் கொண்ட மனிதருக்கு, படிப்பதற்கு குவிக்கும் கண்ணாடியையும், தொலைவில் உள்ள பொருள்களைக் காண்பதற்கு விரிக்கும் கண்ணாடியையும் பயன்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு தனித்தனியாக கண்ணாடிகளைப் பயன்படுத்துவது சிரமமாகும். இதனை நீக்குவதற்காக, இரட்டை குவியத் தொலைவு கொண்ட லென்ஸ்களும், தொடர் குவியத் தொலைவும் கொண்ட லென்ஸ்களும் (Progressive lens) பயன்படுகின்றன.



**Sound**  
**8<sup>TH</sup> TERM -3**  
**ஒலி**

**ஒலி உருவாதல்**

ஒரு பொருள் அதிர்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்டால் ஒலி உருவாகிறது. அதிர்வு என்பது ஒரு பொருளின் முன்னும் பின்னுமான இயக்கம் ஆகும். ஒரு பொருளின் முன்னும் பின்னுமான இயக்கம் அதிர்வுகளை உருவாக்கும். இது சுற்றுப்புறத்திற்கு கடத்தப்படும். அதிர்வுகள் எந்த பொருளின் வழியே கடத்தப்படுகிறதோ அது ஊடகம் என அழைக்கப்படுகிறது. ஒலி ஒரு ஊடகம் வழியாக மூலப் புள்ளியிலிருந்து கேட்பவருக்கு நகர்கிறது. சில செயல்பாடுகளின் உதவியுடன் ஒலியின் உருவாக்கத்தை நாம் புரிந்து கொள்ள முடியும்.

**ஒலி பரவுதல்**

தோலைவில் நிற்கும் உங்கள் நண்பரை நீங்கள் அழைக்கும்போது, உங்கள் குரலை உங்கள் நண்பர் கேட்க முடியும். ஒலி உங்கள் நண்பரை எவ்வாறு அடைகிறது? ஒலி ஒரு இடத்திலிருந்து இன்னொரு இடத்திற்கு பயணிப்பதால் அவரால் கேட்க முடிகிறது. ஒலி என்பது ஒரு வகை ஆற்றல் மற்றும் அது பரவ ஒரு ஊடகம் தேவை. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள செயல்பாட்டிலிருந்து இதைப் புரிந்து கொள்ள முடியும்.

தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் 1877 ஆம் ஆண்டில் ஒலிப்பதிவு சாதனத்தைக் கண்டுபிடித்தார். இது பதிவுசெய்யப்பட்ட ஒலியை இயக்கும் சாதனம் ஆகும்.

ஒலியின் வேகம் என்பது ஒரு நொடியில் அது பயணிக்கும் தூரம். இதை  $v$  என குறிக்கலாம். இது  $v = n\lambda$  என்று குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது. இங்கு  $n$  என்பது அதிர்வெண் மற்றும்  $\lambda$  என்பது அலைநீளம்.

அலைநீளம் என்பது தொடர்ச்சியான இரண்டு துகள்களுக்கு இடையிலான தூரம் ஆகும். அவை ஒரே கட்டத்தில் அதிர்வுறுகின்றன. இது கிரேக்க எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. அலைநீளத்தின் அலகு மீட்டர் (மீ) ஆகும்.

அதிர்வெண் என்பது ஒரு நொடியில் ஏற்படும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை ஆகும்.

இது 'n' அல்லது (Hz) ஆல் குறிக்கப்படுகிறது. அதிர்வெண்ணின் அலகு ஹெர்ட்ஸ் (ஹெர்ட்ஸ்) ஆகும்.

ஒலியின் வேகமானது வெப்பநிலை, அழுத்தம் மற்றும் ஈரப்பதம் போன்ற பண்புகளைப் பொறுத்து மாறுபடும். எந்த ஒரு ஊடகத்திலும், வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது ஒலியின் வேகமும் அதிகரிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக காற்றில் ஒலியின் வேகம்  $0^\circ\text{C}$  ல்  $331\text{ms}^{-1}$  மற்றும்  $22^\circ\text{C}$  ல்  $344\text{ms}^{-1}$  ஆகும். பல்வேறு ஊடகங்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒலியின் வேகம் அட்டவணையில் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளது.

வெவ்வேறு ஊடகங்களில் 25° C ல் ஒலியின் வேகம்

நிலை	பொருள்	வேகம் (ms <sup>-1</sup> )
திடப் பொருள்	அலுமினியம்	6420
	துருப்பிடிக்காத எஃகு	5960
	இரும்பு	5960
திரவங்கள்	கடல்நீர்	1530
	காய்ச்சி வடிகட்டிய நீர்	1498
வாயுக்கள்	ஹைட்ரஜன்	1284
	ஆக்ஸிஜன்	316

காற்றில் உள்ள நீரின் அளவு ஈரப்பதம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது குளிக்காலத்தில் குறைவாகவும், கோடையில் அதிகமாகவும் இருக்கும். ஈரப்பதம் அதிகரிப்பதன் மூலம் ஒலியின் வேகம் அதிகரிக்கிறது. ஈரப்பதம் அதிகரிக்கும்போது காற்றின் அடர்த்தி குறைவதே இதற்குக் காரணம்.

ஒலி வெவ்வேறு ஊடகங்களில் வெவ்வேறு வேகங்களில் பரவும் என்பதை கண்டோம். இப்போது அது ஒரு ஊடகத்தில் எவ்வாறு பயணிக்கிறது என்பதைப் பார்ப்போம். அதிர்வுறும் பொருள் அதைச் சுற்றியுள்ள துகள்களின் அதிர்வுக்கு காரணமாகிறது என்பதை நாம் அறிவோம். ஒரு பொருள் அதிர்வுறும் போது அதில் உள்ள துகள்கள் நடு புள்ளியிலிருந்து இடப்பெயர்ச்சி அடைகிறது பின்னர் அது அருகிலுள்ள துகள் மீது ஒரு ஆற்றலை கடத்துகிறது. ஒலி ஒருவரின் செவிப்பறை அடையும் வரை இந்த செயல்முறையானது தொடர்கிறது.

இதைப் புரிந்துகொள்வதற்கு அதிர்வுறும் இசைக்கலவையை கருத்தில் கொள்வோம். ஒரு இசைக்கலை முன்னோக்கி நகரும்போது முன்னால் உள்ள காற்றை அழுத்தி உயர் அழுத்த பகுதியை உருவாக்குகிறது. படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளபடி இந்த பகுதி ஒரு (C) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது பின்னோக்கி நகரும்போது, குறைந்த அழுத்த பகுதியை (R) உருவாக்குகிறது. இவை ஒலி அலைகளை உருவாக்குகின்றன. இது ஊடகம் வழியாக பரவுகிறது.



அதிர்வுறும் இசைக்கலை

### 1.3. ஒலி அலைகள்

ஒலி என்பது ஒரு வகை ஆற்றலாகும். இது காற்று அல்லது வேறு எந்த ஊடகத்தின் வழியாகவும் இயந்திர அலை வடிவத்தில் பரவுகிறது. இயந்திர அலை

என்பது ஒரு துகள்கள் நடுப்புள்ளியிலிருந்து சீராக அதிர்வுறுவதால் உருவாகும் அலை ஆகும். இது துகள்களின் தொடர்ச்சியான அதிர்வுகளின் காரணமாக ஒரு ஊடகத்தில் பரவுகிறது. அதாவது ஆற்றல் ஒரு துகளிலிருந்து மற்றொரு துகள்களுக்கு அலை வடிவத்தில் கடத்தப்படுகிறது. இது துகள்களின் அதிர்வுகளால் ஏற்படுகிறது.

### அலை இயக்கத்தின் சிறப்பியல்பு

1. அலை இயக்கத்தில், ஆற்றல் மட்டுமே கடத்தப்படுகிறது துகள்கள் அல்ல.
2. அலை இயக்கத்தின் வேகம் அதிர்வுறும் துகளின் திசைவேகத்திலிருந்து வேறுபட்டது.
3. ஒரு இயந்திர அலையின் பரவலுக்கு நிலைமம் சீரான அடர்த்தி, மீட்சி தன்மை, துகள்களுக்கிடையே குறைந்த உராய்வு போன்ற பண்புகளைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

விண்வெளி வீரர்கள் ஒருவருக்கொருவர் எவ்வாறு தொடர்பு கொள்கிறார்கள்?  
விண்வெளி வீரர்கள் தங்கள் தலைக்கவசங்களில் சில சாதனங்களைக் கொண்டுள்ளனர். அவை ஒலி அலைகளை ரேடியோ அலைகளாக மாற்றி கடத்துகின்றன.

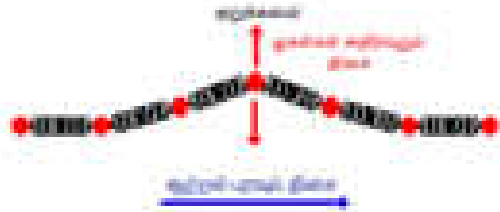
### . இயந்திர அலை வகைகள்

இயந்திர அலையில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன.

1. குறுக்கலை
2. நெட்டலை

### குறுக்கலை

குறுக்கலையில் துகள்கள் அதிர்வுறும் திசையானது, அலை பரவலின் திசைக்கு செங்குத்தாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக கம்பிகளில் அலைகள், ஒலி அலைகள். குறுக்கலைகள் திட மற்றும் திரவங்களில் மட்டுமே உருவாகும்.



குறுக்கலை

### நெட்டலை

நெட்டலையில் துகள்கள் அலை பரவும் திசைக்கு இணையாக அதிர்வுறுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக நீரூற்றுகளின் அலைகள், நெட்டலை திடப்பொருள்களிலும் திரவங்களிலும் வாயுக்களிலும் உருவாகின்றன.



பூகம்பத்தின் போது உருவாகும் அலைகள் நெட்டலைக்கு உதாரணம் ஆகும். வெடிப்புகள், பூகம்பங்கள் மற்றும் எரிமலை வெடிப்புகள் காரணமாக பூமியின் அடுக்குகள் வழியாக பரவும் அலைகள் நில அதிர்வு அலைகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. ஒரு ஹைட்ரோபோன் மற்றும் நில அதிர்வு அளவையைப் பயன்படுத்தி ஒருவர் இந்த அலைகளை அறிந்து அவற்றைப் பதிவு செய்யலாம். Seismology என்பது நில அதிர்வு அலைகளின் ஆய்வைக் கையாளும் அறிவியலின் கிளை.

#### 1.4. ஒலியின் பண்புகள்

நீங்கள் கேட்கும் அனைத்து ஒலிகளும் ஒரே வகையை சார்ந்தவை அல்ல. ஒவ்வொரு ஒலியும் மற்றொன்றிலிருந்து சில பண்புகளில் வேறுபடுகின்றன.

##### 1.4.1. உரப்பு

மெல்லிய அல்லது பலவீனமான ஒலியை உரத்த ஒலியிலிருந்து வேறுபடுத்துவதற்கு உதவும் ஒலியின் சிறப்பியல்பே உரப்பு என வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒலியின் உரப்பு அதன் வீச்சைப் பொறுத்தது. அதிக அலை வீச்சு சப்தமாகவும், குறைந்த அலை வீச்சு மெல்லிய ஒலியாகவும் இருக்கும். ஒரு டிரம் (drum) மென்மையாக அடிக்கப்படும்போது, மெல்லிய ஒலி உருவாகிறது. இருப்பினும் அது வலுவாக அடிக்கப்படும்போது, உரத்த ஒலி உருவாகிறது. ஒலியின் உரத்தலின் அலகு டெசிபல் (dB) ஆகும்.

அலையின் வீச்சு என்பது மையப்புள்ளியில் இருந்த துகளின் அதிகபட்ச இடப்பெயர்ச்சி ஆகும். இதை 'A'. என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது வீச்சின் அலகு 'மீட்டர்'(m)

##### சுருதி

சுருதி என்பது ஒலியின் சிறப்பியல்பு ஆகும். இது ஒரு தட்டையான ஒலி மற்றும் மென்மையான ஒலியை வேறுபடுத்தி அறிய உதவுகிறது. அதிர்வெண் அதிகமாக இருக்கும்போது சுருதி அதிகமாக இருக்கும். உயர் சுருதி ஒரு ஒலிக்கு மென்மையை கொடுக்கிறது. விசில், மணி, புல்லாங்குழல் மற்றும் வயலின் ஆகியவற்றால் உருவாகும் ஒலி அதிக சுருதி கொண்ட ஒலிகளாகும்.

பொதுவாக, ஒரு பெண்ணின் குரல் ஆணின் குரலை விட உயர்ந்த சுருதி கொண்டதாக இருக்கும். அதனால்தான் ஒரு பெண்ணின் குரல் ஆணின் குரலை விட மென்மையானதாக உள்ளது. சிங்கத்தின் கர்ஜனை மற்றும் டிரம்மை அடிப்பது குறைந்த சுருதி கொண்ட ஒலிக்கு சில எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

## தரம்

தரம் என்பது ஒலியின் மற்றொரு சிறப்பியல்பு ஆகும். இது ஒரே சுருதி மற்றும் வீச்சு கொண்ட இரண்டு ஒலிகளை வேறுபடுத்தி அறிய உதவுகின்றது. உதாரணமாக ஒரு இசைக்குழுவில், சில இசைக்கருவிகள் உருவாக்கும் ஒலிகளுக்கு ஒரே சுருதி மற்றும் உரப்பு இருக்கலாம். ஆனாலும், ஒவ்வொரு கருவி உருவாக்கும் ஒலியையும் தரத்தின் மூலம் நீங்கள் தெளிவாக அடையாளம் காணலாம்.

## கேட்கக்கூடிய தன்மை மற்றும் வரம்பு

ஒலியை அதிர்வெண்ணின் அடிப்படையில் மூன்று வகையாக பிரிக்கலாம்.

- கேட்பொலி
- குற்றொலி
- மீயொலி

## கேட்பொலி

20 ஹெர்ட்ஸ் முதல் 20000 ஹெர்ட்ஸ் வரையிலான அதிர்வெண் கொண்ட ஒலி சோனிக் ஒலி அல்லது கேட்பொலி என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த ஒலிகளை மனிதர்களால் மட்டுமே கேட்க முடியும். மனித காதுகளால் 20 ஹெர்ட்ஸ்க்கு கீழ் உள்ள அல்லது 20000 ஹெர்ட்ஸ்க்கு மேல் உள்ள அதிர்வெண்களுடன் கூடிய ஒலிகளைக் கேட்க முடியாது. எனவே, மேலே உள்ள வரம்பு கேட்கக்கூடிய ஒலியின் வரம்பு என அழைக்கப்படுகிறது.

## குற்றொலி

20 ஹெர்ட்ஸ்க்குக் குறைவான அதிர்வெண் கொண்ட ஒலி குற்றொலி அல்லது இன்ஃப்ராசோனிக் ஒலி என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த ஒலியை மனிதர்களால் கேட்க முடியாது. ஆனால் நாய், டால்பின் போன்ற சில விலங்குகள் இந்த அதிர்வெண்ணின் ஒலிகளைக் கேட்க முடியும். குற்றொலியின் பயன்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

- இது பூமி கண்காணிப்பு அமைப்பில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- இது மனித இதயத்தின் செயல்பாடுகள் குறித்த ஆய்விலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

## மீயொலி

20000 ஹெர்ட்ஸை விட அதிக அதிர்வெண் கொண்ட ஒலி மீயொலி ஒலி என அழைக்கப்படுகிறது. வெளவால்கள், நாய்கள், டால்பின்கள் போன்ற விலங்குகள் சில மீயொலிகளை கேட்க முடிகிறது. மீயொலியின் சில பயன்பாடுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

- இது 'சோனோகிராம்' போன்ற மருத்துவ பயன்பாடுகளில் விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- இது சோனார் அமைப்பில் கடலின் ஆழத்தைக் கண்டறியவும் நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களைக் கண்டறியவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- இது பாத்திரம் கழுவும் இயந்திரங்களிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

- மீயொலியின் மற்றொரு முக்கியமான பயன்பாடு கால்டனின் விசில் ஆகும். இந்த விசில் மனித காதுக்கு செவிக்கு புலப்படாது. ஆனால் அதை நாய்களால் கேட்க முடியும். இது நாய்களுக்கு புலனாய்வு பயிற்சி அளிக்க பயன்படுகிறது.

ஒரு வெளவால் 20,000 ஹெர்ட்ஸை விட அதிக அதிர்வெண் உடைய ஒலிகளைக் கேட்க முடியும். வெளவால் அலறும்போது மீயொலியை உருவாக்குகின்றன. இந்த மீயொலி அலைகள் அவற்றின் வழியையும் இரையையும் கண்டுபிடிக்க உதவுகின்றன.

## இசை கருவிகள்

சில ஒலிகள் காதுக்கு மகிழ்ச்சி அளித்து உங்களை மகிழ்விக்கின்றன. காதுக்கு மகிழ்ச்சியான உணர்வைத் தரும் ஒலி 'இசை' என்று அழைக்கப்படுகிறது. சீரான அதிர்வுகளால் இசை உருவாக்கப்படுகிறது. இசைக்கருவிகள் நான்கு வகைகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

- காற்றுக் கருவிகள்
- நாணல் கருவிகள்
- கம்பிக் கருவிகள்
- தாள வாத்தியங்கள்

## காற்றுக் கருவிகள்

ஒரு காற்றுக் கருவியில் ஒரு வெற்றிட குழாயில் ஏற்படும் காற்றின் அதிர்வுகளால் ஒலி உருவாகிறது. அதிர்வுறும் காற்று தம்பத்தின் நீளத்தை மாற்றுவதன் மூலம் அதிர்வெண் மாறுபடும். எக்காளம், புல்லாங்குழல், ஷெஹ்நாய் மற்றும் சாக்ஸபோன் ஆகியவை நன்கு அறியப்பட்ட சில காற்று கருவிகள்

## நாணல் கருவிகள்

நாணல் கருவியில் ஒரு நாணல் காணப்படும். ஊதப்படும் காற்றின் காரணமாக கருவியில் உள்ள நாணல் அதிர்வுக்கு உட்படுகிறது இது குறிப்பிட்ட ஒலியை உருவாக்குகிறது. நாணல் கருவிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டு ஹார்மோனியம் மற்றும் வாய் இசை கருவி (Mouth - organ)

## கம்பிக் கருவிகள்

கம்பி கருவிகளின் அதிர்வுகளை உருவாக்க கம்பி அல்லது இழைகள் பயன்படுகின்றன. இந்த கருவிகளில் வெற்றிட பெட்டிகள் காணப்படுகின்றன. இவை உருவாகும் அதிர்வுகளை பெருக்கமடைய செய்ய உதவுகின்றது அதிர்வுறும் கம்பியின் நீளத்தை மாற்றுவதன் மூலம் ஒலியின் அதிர்வெண் மாறுபடும்.

வயலின், கிட்டார், சிதார் ஆகியவை கம்பி கருவிகளின் எடுத்துக்காட்டுகள். கிட்டார் பல அதிர்வெண்களைக் கொண்டுள்ளது. அது இயற்கையாகவே அதிர்வுறும். இந்த அதிர்வெண்கள் ஹார்மோனிக்ஸ் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. அதிர்வெண்ணானது கம்பியின் இழுவை, கம்பியின் நேர் அடர்த்தி மற்றும் கம்பியின் நீளத்தை பொறுத்தது.

## தாள வாத்தியங்கள்

தாள வாத்தியங்கள் தட்டும்போது, அடிக்கும்போது, உரசும்போது அல்லது மோதும் போது ஒரு குறிப்பிட்ட ஒலியை உருவாக்குகின்றன. அவை மிகப் பழமையான இசைக்கருவிகள் ஆகும். உலகெங்கிலும் பல அற்புதமான தாள வாத்தியங்கள் உள்ளன. டிரம் மற்றும் தபேலா போன்ற தாள வாத்தியங்கள் தோல் சவ்வைக் கொண்டிருக்கின்றன. அவை (ரெசனேட்டர்) எனப்படும் வெற்றுப் பெட்டியின் குறுக்கே கட்டப்பட்டுள்ளன. சவ்வு தட்டப்படும் போது அதிர்வடைந்து ஒலியை உருவாக்குகிறது.

### மனிதர்களில் ஒலி உருவாதல்

ஒரு மனிதனில், குரலானது குரல் பெட்டியில் உருவாகிறது. இது குரல்வளை என அழைக்கப்படுகிறது. இது தொண்டையில் உள்ளது. இது மூச்சுக்குழாயின் மேல் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. குரல்வளையில் 'குரல் நாண்கள்' எனப்படும் இரண்டு தசைநார்கள் உள்ளன. அதன் குறுக்கே கட்டப்பட்டுள்ளன. குரல் நாண்கள் ஒரு குறுகிய பிளவுகளைக் கொண்டுள்ளன. இதன் மூலம் காற்று உள்ளேயும் வெளியேயும் செல்கிறது. ஒரு நபர் பேசும்போது, நுரையீரலில் இருந்து வரும் காற்று மூச்சுக்குழாய் வழியாக குரல்வளை வரை தள்ளப்படுகிறது.



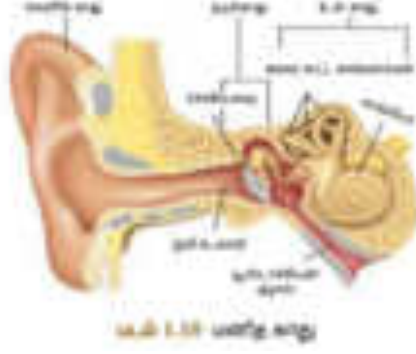
குரல்வளையின் அமைப்பு

இந்த காற்று பிளவு வழியாக செல்லும் போது, குரல் நாண்கள் அதிர்வடைந்து ஒலியை உருவாக்கத் தொடங்குகின்றன. குரல்வளையில் தடிமனை மாற்றுவதன் மூலம் பிளவுகளில் உள்ள காற்றுத்தம்பத்தின் நீளத்தை மாற்றலாம். இது வெவ்வேறு சுருதி கொண்ட ஒலிகளை உருவாக்குகிறது. ஆண்களுக்கு பொதுவாக தடிமனான மற்றும் நீண்ட குரல் நாண்கள் உள்ளன. அவை பெண்களுடன் ஒப்பிடுகையில் ஆழமான குறைந்த சுருதி கொண்ட ஒலியை உருவாக்குகின்றன.

### மனித காதுகள் செயல்படும் விதம்

பெரும்பாலான விலங்குகளில் ஒலியை கேட்க காது என்ற முக்கியமான உறுப்பு உள்ளது. நம் காதுகள் வழியாக ஒலியைக் கேட்க முடிகிறது. மனித காது காற்றின் உயர் அதிர்வெண் அதிர்வுகளை உள்ளிழுத்து அதிர்வடைகிறது. நீர்வாழ் விலங்குகளின் காதுகள் நீரில் அதிக அதிர்வெண் அதிர்வுகளை பெறும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. மனித காதுகளின் வெளிப்புறம் மற்றும் புலப்படும் பகுதி பின்னா (வளைந்த வடிவத்தில்) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது சுற்றுப்புறத்தில் இருந்து ஒலியை சேகரிக்கும்படி சிறப்பாக வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. பின்னர் அது காது கால்வாய் வழியாக காது டிரம்மை (டைம்பானிக் சவ்வு) அடையும். உள் காதில் இருந்து அதிர்வுகள் சிக்னல்கள் வடிவில் மூளைக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. மூளை இந்த சமிக்ஞைகளை ஒலிகளாக உணர்கிறது.





## ஒலி மாசுபாடு

காதுக்கு விரும்பத்தகாத எந்த ஒலியும் இரைச்சல் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது தேவையற்ற, எரிச்சலூட்டும் மற்றும் சத்தமான ஒலி. ஒழுங்கற்ற மற்றும் கால ஒழுங்கற்ற அதிர்வுகளால் (இரைச்சல்) உருவாகிறது. இரைச்சல் உங்களுக்கு மன அழுத்தத்தைத் தருகிறது. பல்வேறு மூலங்களிலிருந்து உரத்த மற்றும் கடுமையான ஒலிகளால் சூழலில் உருவாகும் இடையூறு ஒலி மாசுபாடு என்று அழைக்கப்படுகிறது. பரபரப்பான சாலைகள், விமானங்கள், மின் சாதனங்களான மிக்சர், கிரைண்டர், சலவை இயந்திரம் மற்றும் சரியாக அலைவரிசை செய்யப்படாத ரேடியோ ஆகியவை ஒலி மாசுபாட்டை ஏற்படுத்துகின்றன. ஒலி மாசுபாட்டின் முக்கிய ஆதாரம் தொழிற்சாலைகள் ஆகும். ஒலி மாசுபாடு தொழில்மயமாதல், நகரமயமாக்கல் மற்றும் நவீன நாகரிகத்தின் விளைவு ஆகும்.

## ஒலி மாசுபாட்டால் ஏற்படும் உடல் நல பாதிப்புகள்.

ஒலி மாசுபாட்டால் ஏற்படும் சில உடல் நல பாதிப்புகள் கீழே பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.

- இரைச்சலானது, எரிச்சல், மன அழுத்தம், பதட்டம் மற்றும் தலைவலி ஆகியவற்றை ஏற்படுத்தக்கூடும்.
- இரைச்சல் நீண்ட காலத்திற்கு கேட்கும்போது ஒரு நபரின் தூக்க முறை மாறக்கூடும்.
- இரைச்சல் தொடர்ந்து கேட்கும்போது செவிப்புலன் திறனை பாதிக்கலாம். சில நேரங்களில் இது செவிப்புலன் இழப்புக்கு வழிவகுக்கிறது.
- திடீரென ஏற்படும் இரைச்சல் மாரடைப்பு மற்றும் மயக்கத்தை ஏற்படுத்தக்கூடும்.
- இது ஒருவரின் வேலையில் கவனமின்மையை ஏற்படுத்துகிறது. கூம்பு ஒலி பெருக்கிகள், ஒலி பெருக்கிகள் போன்றவற்றின் சத்தம், கவனமின்மையை ஏற்படுத்துகிறது.
- ஒலி மாசுபாடு ஒரு நபரின் மன அமைதியை பாதிக்கிறது. இது நவீன வாழ்வின் தற்போதைய பதட்டங்களை அதிகரிக்கிறது. இந்த பதட்டங்கள் உயர் இரத்த அழுத்தம் அல்லது சட்டென கோபப்படுதல் போன்ற நோய்களுக்கு காரணமாகின்றன.



## ஒலி மாசுபாட்டைக் கட்டுப்படுத்துதல்

ஒலி மாசுபாட்டின் தீங்கு விளைவுகள் குறித்து நாம் படித்தோம். எனவே, அதைக்குறைப்பது நமக்கு அவசியமாகிறது. பின்வரும் வழிமுறைகளைப் பின்பற்றுவதன் மூலம் ஒலி மாசுபாட்டைக் கணிசமாகக் குறைக்கலாம்.

- சமூக, மத மற்றும் அரசியல் விழாக்களில் ஒலிபெருக்கிகளைப் பயன்படுத்துவதற்கு கடுமையான வழிகாட்டுதல்கள் அமைக்கப்பட வேண்டும்.
- அனைத்து வாகனங்களும் குறைவான ஒலியெழுப்பும் (Silencer) சைலன்சர் கொண்டிருக்க வேண்டும்.
- வாகனம் ஓட்டும் போது அதிகப்படியாக (ஹாரன்) ஒலி எழுப்பும் கருவிகளைத் தவிர்க்க மக்களை ஊக்குவிக்க வேண்டும்.
- தொழில்துறை இயந்திரங்கள் மற்றும் வீட்டு உபகரணங்கள் முறையாக பராமரிக்கப்பட வேண்டும்.
- அனைத்து தகவல்தொடர்பு சாதனங்களும் குறைந்த ஒலியில் இயக்கப்பட வேண்டும்.
- குடியிருப்பு பகுதிகளில் கனரக வாகனங்கள் செல்வதை தடுக்க வேண்டும்.
- மாசு கட்டுப்பாட்டு வாரியத்தின் விதிமுறைகளின்படி தொழிற்சாலைகளைச் சுற்றி பசுமை தாழ்வாரங்கள் அமைக்கப்பட வேண்டும்.
- இரைச்சலான தொழிற்சாலைகளில் பணிபுரியும் மக்கள் காது பாதுகாப்பான்களை அணிய வேண்டும்.
- மரங்களை நடவு செய்வதற்கும், திரைச்சீலைகள் மற்றும் மெத்தைகள் போன்ற ஒலியை உறிஞ்சும் பொருட்களை தங்கள் வீட்டில் பயன்படுத்தவும் மக்களை ஊக்குவிக்க வேண்டும்.

## கேட்டல் இழப்பு

உங்களுக்கு தெரியாமலேயே காது கேளாமை குறைபாடு இருக்கலாம். காது கேளாமை அறிகுறிகள் பின்வருமாறு

- காதுவலி
- காதில் மெழுகு அல்லது திரவம் இருப்பது போன்ற உணர்வு
- காதுகளில் தொடர்ந்து ஒலிப்பது போன்ற உணர்வு  
காது கேளாமைக்கான காரணங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.
- வயது முதிர்வு
- சிகிச்சையளிக்கப்படாத காது தொற்று நோய்
- சில மருந்துகள்
- மரபணு கோளாறுகள்
- தலையில் பலத்த அடி
- இரைச்சல்

9th அறிவியல்  
அலகு - 8

**ஒலி ஏற்படுத்தல் :**

- வெவ்வேறு ஒலி மூலங்கலிருந்து தோன்றும் வெவ்வேறு ஒலிகளை நீங்கள் தினமும் கேட்கிறீர்கள். அவை எவ்வாறு உண்டாகின்றன என்பதைப் பற்றி சிந்தித்திருக்கிறீர்களா? ஒலி எவ்வாறு உண்டாகிறது என்பதைப் புரிந்து கொள்ளக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள செயல்பாட்டினைச் செய்து பார்ப்போம்.
- இசைக்கவையின் புயங்களை இரப்பர் பட்டையில் அடிக்கும் போது அது அதிர்வடைகிறது. இசைக்கவையின் புயங்கள் அதிர்வடைவதால் அருகிலுள்ள காற்று மூலக்கூறுகள் அதிர்வடைகின்றன. இவ்வாறு அதிர்வுகள் ஒலியை உண்டாக்குகின்றன.

**ஒலி அலைகள் பரவுதல்:**

**ஒலி அலைகள் பரவ ஊடகம் தேவை**

- ஒலி அலைகள் பரவுவதற்கு காற்று, நீர் எ.கூ போன்ற பொருள்கள் தேவை. ஒலி அலைகள் வெற்றிடத்தில் பரவ முடியாது. இதனை மணிச்சாடி சோதனை மூலம் விளக்கலாம்.
- ஒரு மின்சார மணி மற்றும் ஒரு மணிச்சாடியை எடுத்துக் கொள்வோம். மின்சார மணியானது காற்றுப்புக்காத மணிச்சாடியினுள் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. ஜாடியானது ஒரு வெற்றிடமாக்கும் பம்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மணியை ஒலிக்கச் செய்யும் போது, நாம் ஒலியைக் கேட்கிறோம். வெற்றிடமாக்கும் பம்பின் மூலம் ஜாடியிலுள்ள காற்றை சிறிது சிறிதாக வெளியேற்றும் போது, ஒலியின் அளவு சிறிது சிறிதாகக் குறையத் தொடங்குகிறது. காற்றை முற்றிலுமாக வெளியேற்றிய பிறகு ஒலி கேட்பதில்லை. குடுவையினுள் மீண்டும் காற்றைச் செலுத்தினால் ஒலியானது மீண்டும் கேட்கத் தொடங்கும்.

**ஒலி ஒரு அலை :**

- ஒலியானது ஒலி மூலத்திலிருந்து ஒரு ஊடகத்தின் வழியே கேட்பவரின் செவியைச் சென்றடைகிறது. ஒரு பொருள் அதிர்வடையப் போது அது அதனைச் சுற்றியுள்ள ஊடகத்தின் துகள்களையும் அதிர்வடையச் செய்கிறது. ஆனால், ஊடகத்தின் துகள்கள் இடம்பெயர்வதில்லை. ஒலி மூலத்திலிருந்து அதன் பாதிப்பு மட்டுமே இலக்கிற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. பொருளொன்று அதிர்வடையப் போது, அந்தப் பொருளிற்கு அருகிலுள்ள துகள்களானது தனது சமநிலைப் புள்ளியிலிருந்து விலக்கப்படுகிறது. இத்துகள் அருகிலுள்ள துகள்கள் மீது ஒரு விசையைச் செலுத்தி அதன் காரணமாக அருகிலுள்ள துகள்கள் தனது ஒய்வு நிலையிலிருந்து நகர்ந்து செல்கிறது. அருகிலுள்ள துகள்களை இடம்பெயர்ச்சி அடையச் செய்த பின்னர் முதல் துகள் தனது பழைய நிலையை அடைகிறது. ஒலியானது நமது செவியை அடையும் வரை இந்நிகழ்வானது தொடர்ந்து நடைபெறும். ஆகவே, ஒலி மூலத்தினால் உருவாகும் பாதிப்பு மட்டுமே செல்கிறது. ஆனால் துகள்கள் அதே நிலையில் தான் உள்ளது ஊடகத்திலுள்ள அனைத்துத் துகள்களுமே தனது சமநிலைப் புள்ளியில் இழந்து அதிர்வு எண்ப்படும் முன்னும் பின்னுமான இயக்கத்தை மேற்கொள்கின்றன. இதனால், அதிர்வானது முன்னோக்கிச் செல்கின்றது. இவ்வாறு முன்னோக்கிச் செல்லும் அதிர்வே அலை எனப்படும்.

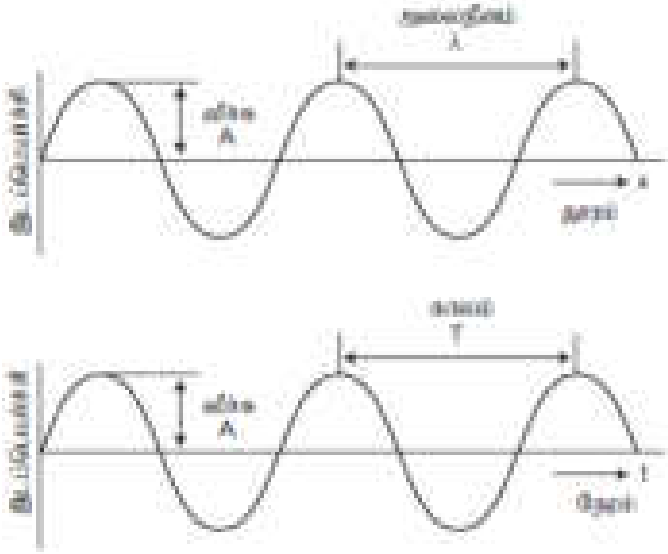
**ஒலி அலைகள் நெட்டலைகளா?**

- மேலே உள்ள செயல்பாட்டில் கம்பிச் சுருளின் ஒரு சில பகுதிகளில் சுருள்கள் நெருக்கமாக உள்ளதைக் கண்டீர்கள். இப்பகுதி நெருக்கப்பகுதி அல்லது அழுத்தப்பகுதி எனப்படுகிறது. இரண்டு நெருக்கங்களுக்கிடையே கம்பிச் சுருள் விலகி இருக்கும் பகுதி நெகிழ்வுப்பகுதி எனப்படும். கம்பிச் சுருள் அதிர்வுறும் போது நெருக்கமும் (C) நெகிழ்வும் (R) கம்பிச் சுருளின் வழியே நகர்ந்து செல்லும். இவ்வாறு நெருக்கமும் நெகிழ்ச்சியுமாகச் செல்லும் அலைகளே நெட்டலைகள் எனப்படுகின்றன. நெட்டலைகள் ஊடகத்தின் துகள்கள் பரவும் திசைக்கு இணையாக முன்னும் பின்னுமாக அதிர்வுறுகின்றன.

- முன்னும் பின்னுமாக அதிர்வுறும் (நெட்டலைகள்) ஒலியும் ஒரு நெட்டலையாகும். ஊடகத்திலுள்ள துகள்கள் நெடுக்கமும் நெகிழ்ச்சியும் அடையும் போதுதான் அதன் வழியே ஒலி அலைகள் செல்ல முடியும். நெடுக்கம் என்பது துகள்கள் அருகருகே இருக்கும் பகுதியாகும். நெகிழ்வு என்பது குறைந்த அழுத்தம் உள்ள பகுதியாகும். அங்கு துகள்கள் விலகியே இருக்கும். ஒலி என்பது எந்திரவியல் நெட்டலைக்கு ஒரு உதாரணமாகும். ஒரு ஊடகத்தில் ஒலி அலையின் நெட்டலைத் தன்மையை விளக்குகிறது.

#### ஒலி அலையின் பண்புகள்:

- வீச்சு, அதிர்வெண், அலைவுக்காலம், அலைநீளம் மற்றும் வேகம் அல்லது திசைவேகம் ஆகிய பண்புகளைக் கொண்டு ஒரு ஒலி அலையை முழுமையாக வரையறுக்க முடியும்.



#### வீச்சு (A):

- ஒலி அலையானது, ஒரு ஊடகத்தின் வழியே செல்லும் போது, அந்த ஊடகத்தின் துகள்கள் நடுநிலைப் புள்ளியிலிருந்து அடையும் பெரும் இடப்பெயர்ச்சி வீச்சு எனப்படும். அதிர்வுறும் பொருளின் வீச்சு அதிகமாக இருந்தால், ஒலி உரத்த ஒலியாகவும், வீச்சு குறைவாக இருந்தால் அது மென்மையான ஒலியாகவும் இருக்கும். வீச்சானது A என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இதன் SI அலகு மீட்டர் (மீ) ஆகும்.

#### அதிர்வெண் (n):

- அதிர்வடையம் பொருள் ஒரு நொடியில் ஏற்படுத்தும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கையானது அதன் அதிர்வெண் எனப்படும். இது 'n' என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. அதிர்வெண்ணின் SI அலகு ஹெர்ட்ஸ் (Hz) அல்லது செ<sup>-1</sup> ஆகும். 20 Hz முதல் 20,000 Hz வரை அதிர்வெணிகள் கொண்ட ஒலி அலைகளை மட்டுமே மனிதனின் செவிகள் கேட்டுணர முடியும். 20 ஹெர்ட்ஸ்க்கும் குறைவான அதிர்வெண் கொண்ட ஒலிகள் குற்றொலிகள் எனப்படும். அதிர்வெண் 20,000 Hz க்கு அதிகமான ஒலி மிகையொலி அல்லது மீயொலி எனப்படும். இத்தகைய ஒலிகளை நம் காதுகளால் உணர முடியாது.

#### அலைவுக்காலம் (T):

- அதிர்வுறும் துகள், ஒரு முழுமையான அதிர்விற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் காலம் அலைவுக்காலம் எனப்படும். இது T என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. SI அலகு முறையில் இதன் அலகு வினாடி. அலைவுக்காலம் மற்றும் அதிர்வெண் ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று எதிர்விகிதத்தில் உள்ளன.

#### அலைநீளம் (λ)

- அதிர்வுறும் துகளொன்று, ஒரு அதிர்விற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தில் ஊடகத்தில் அலைபரவும் தொலைவு அலைநீளம் எனப்படும். ஒரு ஒலி அலையில் இரண்டு நெருக்கங்கள் மற்றும் நெகிழ்வுகளின் மையங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவே ஒரு அலைநீளம் எனப்படும். அலைநீளமானது,  $\lambda$  என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. இதன் SI அலகு மீட்டர் ஆகும்.

### ஒலியின் திசைவேகம் அல்லது வேகம் (V)

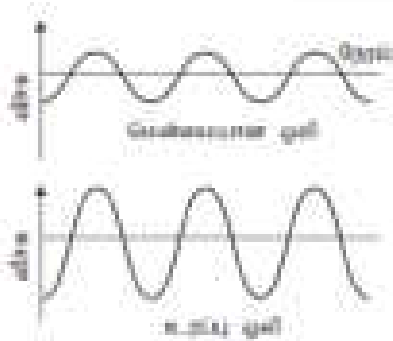
- ஒரு வினாடி நேரத்தில் ஒலி அலைகடக்கும் தொலைவு திசைவேகம் அல்லது வேகம் எனப்படும். இதன் SI அலகு மீ.வி<sup>-1</sup> ஆகும்.

### பல்வேறு ஒலிகளை வேறுபடுத்துதல்:

- ஒலிகளை கீழ்க்காணும் காரணிகளைக் கொண்டு ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றாக வேறுபடுத்தலாம்.
  1. ஒலி உரப்பு மற்றும் ஒலிச் செறிவு
  2. சுருதி
  3. தரம்

### ஒலிச் செறிவு:

- ஒரே அதிர்வெண் கொண்ட இரண்டு ஒலிகள் உரப்புப் பண்பு மூலம் வேறுபடுத்தப்படுகின்றன. ஒரு ஒலியானது உரத்ததாக அல்லது மென்மையானதாக என்பது அதன் வீச்சைப் பொறுத்து அமையும். ஒரு மேசையை மெதுவாகத் தட்டும் போது மெதுவான ஒசை கேட்கும். ஏனெனில், குறைந்த வீச்சுடைய ஒலியானது உண்டாகிறது. மேசையை வேகமாக அடிக்கும் போது உரத்த ஒலிகேட்கிறது. அதிக செறிவுடைய ஒலியானது அதிக ஆற்றலைப் பெற்றிருப்பதால் அது அதிக தூரம் செல்ல முடியும். ஒலியானது அதன் மூலத்திலிருந்து விரிந்து கொண்டே செல்வதால் அதன் வீச்சு குறைந்து கொண்டே செல்லும். ஒரே அதிர்வெண் கொண்ட மென்மையான மற்றும் உரத்த ஒலி அலையின் வடிவத்தை குறிக்கிறது.



- ஒலியின் உரப்புப் பண்பானது அதன் செறிவைச் சார்ந்திருக்கும். ஓரலகு காலத்தில் ஓரலகு பரப்பின் வழியே அலைபரவும் திசைக்கு செங்குத்தாகச் செல்லும் ஆற்றலின் அளவு செறிவு என வரையறுக்கப்படுகிறது.

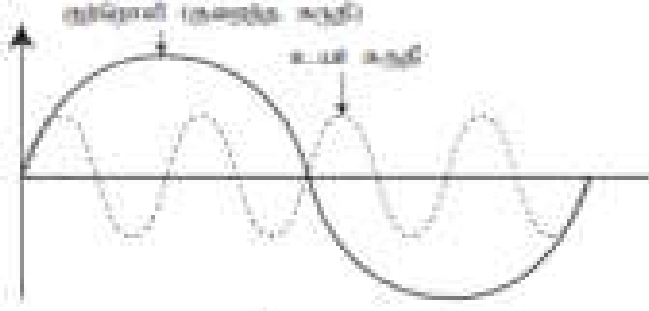
ஓரிடத்தில் கேட்கும் ஒலியின் செறிவானது கீழ்க்கண்ட காரணிகளைச் சார்ந்திருக்கும்.

1. ஒலி மூலத்தின் வீச்சு
2. ஒலி மூலத்திற்கும் கேட்பவருக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு
3. ஒலி மூலத்தின் பரப்பு
4. ஊடகத்தின் அடர்த்தி
5. ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண்

- ஒலியின் செறிவானது டெசிபெல் (dB) என்ற அலகால் அளவிடப்படுகிறது. தொலைபேசியைக் கண்டுபிடித்த அலெக்ஸாண்டர் கிரஹாம் பெல் என்பவரின் நினைவாக இப்பெயரானது வழங்கப்படுகிறது.

சுருதி :

- சுருதிஎன்பதுஒருஒலியானதுகனத்ததாஅல்லதுகீச்சலானதாஎன்பதைஅறியஉதவும் ஒலியின் பண்பாகும். அதிகசுருதிகொண்டஒலிகள் கனத்ததாகவும் இருக்கும். இரண்டு இசைக் கருவிகளால் எழுப்பப்படும் ஒரேவீச்சைக் கொண்ட இரண்டுஒலிகள் வேறுபட்டஅதிவேண்களைக் கொண்டிருந்தால்,அவைஒன்றுக் கொன்றுவேறுபடுகின்றன. குறைந்தசுருதிமற்றும் அதிகசுருதிகொண்ட இரண்டுஒலிகளைக் குறிக்கும் அலைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.



### படம் 8.6 சுருதி

- இரண்டுவேவ்வேறு இசைக்கருவிகளால் எழுப்பப்பட்ட,ஒரேமாதிரியானஉரப்புமற்றும் சுருதியைக் கொண்ட இரண்டுஒலிகளைவேறுபடுத்துவதற்குதரம் என்றபண்புயன்படுகிறது. ஒரேஒருஅதிர்வேண்ணைக் கொண்டஒலியானதுதொனி(tone)எனப்படுகிறது. பல்வேறுதொனிகளின் தொகுப்பு இசைக்குறிப்பு(note)எனப்படுகிறதுசுரம் (Timre)என்பததொனிஎன்பதைவேறுபடுத்தக் கூடியபண்பாகும்.

#### ஒலியின் வேகம்:

- மீட்சித் தன்மைகொண்டஊடகத்தின் வழியேபரவும் பொழுது,ஒலியானதுஒரலகுகாலத்தில் கடந்ததொலைவேஒலியின் வேகம் என்றுவரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\text{வேகம் (v)} = \frac{\text{கடந்த தொலைவு}}{\text{காலம்}}$$

ஒருஅலையானதுகடந்ததொலைவுஒருஅலைநீளம் ( $\lambda$ ) எனவும்,அதுபரவுவதற்குஎடுத்துக் கொண்டகாலம் அலைவுக்காலம் (T)எனவும் கொண்டால்.

$$\text{வேகம் (v)} = \frac{\text{ஒரு அலைநீளம் } (\lambda)}{\text{ஒரு அலைவுக் காலம் } (T)} \quad (\text{அ}) \quad v = \frac{\lambda}{T}$$

$$T = \frac{1}{n} \text{ என்பதால் } v = n\lambda$$

- ஊடகத்தின் பண்புகள் மாறாமல் இருக்கும் போது,அனைத்துஅதிர்வேண்களைக் கொண்டஒலிகளின் வேகமும் ஒன்றாகவே இருக்கும்.
- ஒருஒலிஅலையின் அதிர்வேண் 2 கிலோஹெர்ட்ஸ் மற்றும் அலைநீளம் 5 செ.மீஎனில் 1.5 கி.மீ தூரத்தைக் கடக்க,அதுஎடுத்துக் கொள்ளும் காலம் என்ன?

#### தீர்வு:

$$\text{வேகம், } v = n\lambda$$

$$\text{இங்கு, } n = 2 \text{ கிலோஹெர்ட்ஸ்} = 2000 \text{ ஹெர்ட்ஸ்}$$

$$\lambda = 15 \text{ செ.மீ} = 0.15 \text{ மீ}$$

$$v = 0.15 \times 2000 = 300 \text{ மீசெ}^{-1}$$

$$\text{வேகம் (v)} = \frac{\text{கடந்த தொலைவு (d)}}{\text{காலம் (d)}}$$

$$= \frac{1500}{300} = 5 \text{ வி}$$

ஒலியானது 1.5 கி.மீ தொலைவைக் கடக்க 5 வினாடிகள் ஆகும்.

20°C வெப்பநிலையில் 22 மெகாஹெர்ட்ஸ் அதிர்வெண் கொண்ட ஒலியின் அலைநீளம் என்ன?

தீர்வு:

$$\lambda = v/n$$

$$\text{இங்கே, } v = 344 \text{ ms}^{-1}$$

$$n = 22 \text{ MHz} = 22 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$\lambda = 344 / 22 \times 10^6 = 15.64 \times 10^{-6} \text{ m} = 14.64 \mu\text{m}$$

**பல்வேறு ஊடகங்களில் ஒலியின் வேகம்:**

- ஒலியானது ஒரு ஊடகத்தின் வழியே ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் பரவுகிறது. வானத்தில் மின்னல் தோன்றி இடி இடிக்கும் போது, முதலாவது மின்னலைக் காண்கிறோம். பிறகுதான் இடி ஓசையைக் கேட்கிறோம். ஆகவே ஒலியானது ஒளியைவிட மிகக் குறைவான வேகத்திலேயே செல்கிறது என்பதை நாம் அறியலாம். ஒலியின் வேகமானது, அது பயணிக்கக்கூடிய ஊடகத்தின் பண்பைப் பொறுத்தே உள்ளது.
- ஒலியின் வேகமானது, திடப்பொருளைவிட வாயுவில் மிகக் குறைவாக இருக்கும். எந்தவொரு ஊடகத்திலும் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது ஒலியின் வேகமும் அதிகரிக்கும். உதாரணமாக, காற்றில் 0°C வெப்பநிலையில் ஒலியின் வேகம் 330 மீவி<sup>-1</sup> ஆகும். மேலும் 25°C வெப்பநிலையில் 34 மீவி<sup>-1</sup> ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் வெவ்வேறு ஊடகத்தில் ஒலியின் வேகம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

**25°C வெப்பநிலையில் வெவ்வேறு ஊடகத்தில் ஒலியின் வேகம்**

நிலை	ஊடகம்	வேகம் (மீ வி <sup>-1</sup> )
திடப்பொருள்கள்	அலுமினியம்	6420
	நிக்கல்	6040
	எஃகு	5960
	இரும்பு	5950
	பித்தளை	4700
	கண்ணாடி	3980
	திரவங்கள்	நீர் (கடல் நீர்)
நீர் (தூய நீர்)		1498
எத்தனால்		1207
மெத்தனால்		1103
வாயுக்கள்	ஹைட்ரஜன்	1284
	ஹீலியம்	965
	காற்று	340
	ஆக்ஸிஜன்	316
	கந்தை ஆக்ஸைடு	213

ஒலியானது காற்றைவிட 5 மடங்கு வேகமாக நீரில் பயணிக்கும். கடல் நீரில் ஒலியின் வேகம் மிக அதிகமாக (அதாவது 1500 கி.மீ/மணி) இருப்பதால், கடல் நீருக்குள் ஆயிரம் கிலோமீட்டர் தொலைவில் இருக்கும் இரண்டு திமிங்கிலங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று எளிதில் பேசிக் கொள்ள முடியும்.

**ஒலி எதிரொலித்தல்:**

- ஒரு இரப்பர் பந்து சுவற்றில் பட்டு பிரதிபலிப்பது போல் ஒலியானது திடப்பொருள் அல்லது திரவத்தின் மீது பட்டு பிரதிபலிக்கும். ஒலி எதிரொலிப்பதற்கு, வழவழப்பான அல்லது சொரசொரப்பான ஒரு பெரிய பரப்பு தேவைப்படுகிறது. எதிரொலித்தல் விதிகளாவன:
- ஒலியானது ஒரு புள்ளியில் ஏற்படுத்தும் படுகோணமும் அது எதிரொலிக்கும் கோணமும் சமமமாக இருக்கும்.
- ஒலி படும் திசை, எதிரொலிக்கும் திசை மற்றும் அப்புள்ளியில் வரையப்பட்ட செங்குத்துக்கோடு ஆகியவை ஒரே தளத்தில் அமைகின்றன.

**பலமுறை எதிரொலித்தலின் பயன்கள்:**  
**இசைக் கருவிகள்:**

- குழல்பெருக்கி, ஒலிபெருக்கி, குழல்கள், நாதஸ்வரம், செனாய், தாரை போன்ற இசைக் கருவிகளையாவும் ஒலியானது ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் பரவும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. இக்கருவிகளில் ஒரு குழாயினைத் தொடர்ந்து ஒரு கூம்பு வடிவ அமைப்பானது ஒலியைப் பெருக்கமடையச் செய்து கேட்பவரை நோக்கி முன்னேறிச் செல்லுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

**இதயத்துடிப்பளவி (Stethoscope):**

- இதயத்துடிப்பளவி என்பது ஒரு மருத்துவக் கருவியாகும். இது உடலில் உண்டாகும் ஒலிகளைக் கேட்க உதவுகிறது. உடலில் தோன்றும் ஒலியானது, இக்கருவியில் உள்ள இணைப்புக் குழாயில் பலமுறை எதிரொலிப்படைந்து, மருத்துவரின் செவியை அடைகிறது.

**எதிரொலி:**

- உயரமான கட்டங்கள், மலைகள் போன்ற எதிரொலிக்கும் பரப்புகளின் அருகே நின்று கை தட்டினாலோ அல்லது குரல் எழுப்பினாலோ சிறிது நேரம் கழித்தும் அதனை நாம் மீண்டும் கேட்க முடியும். இந்த ஒலியானது எதிரொலி எனப்படுகிறது.
- ஒரு வினாடியில் பத்தில் ஒரு பங்கு காலத்திற்கு ஒலியானது தொடர்ந்து மூளையில் உணரப்படுகிறது. எனவே, எதிரொலிக்கப்பட்ட ஒலியை தெளிவாகக் கேட்க வேண்டுமெனில் ஒலி மற்றும் எதிரொலிக்கு இடைப்பட்ட காலம் குறைந்தது 0.1 விநாடியாக இருக்க வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒலியின் வேகம் 340 மீவி<sup>-1</sup> எனக் கருதுவோம். ஒலியானது மூலத்திலிருந்து சென்று, தடைபட்டு, எதிரொலித்து 0.1 வினாடிக்குப் பிறகு கேட்பவரை அடைகிறது. எனவே, ஒலி பயணித்த மொத்த தொலைவு  $340 \text{ மீவி}^{-1} \times 0.1 \text{ வி} = 34 \text{ மீ}$
- ஆகவே, எதிரொலியை தெளிவாகக் கேட்க வேண்டுமானால் எதிரொலிக்கும் பரப்பு குறைந்த பட்சம் 17 மீ தொலைவில் இருக்க வேண்டும் இந்தத் தொலைவானது காற்றின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து மாறுபடும். தொடர் அல்லது பலமுறை எதிரொலித்தலினால் எதிரொலியை ஒரு முறைக்கு மேலும் கேட்க இயலும். வெவ்வேறு உயத்திலுள்ள மேகங்கள் மற்றும் நிலம் போன்ற பல்வேறு எதிரொலிக்கும் பரப்புகளின் மீது படும் ஒலி அலைகளின் தொடர் எதிரொலிப்பின் காரணமாக இடிமுழக்கம் ஏற்படுகிறது.
- ஒருவர் தனது துப்பாக்கியைச் சுட்ட 5 வினாடிக்குப் பிறகு எதிரொலியைக் கேட்கிறார். அவர் குன்றை நோக்கி 310 மீ முன்னோக்கி நகர்ந்து மீண்டும் சுடுகிறார். இப்பொழுது 3 வினாடிக்குப் பிறகு எதிரொலியைக் கேட்கிறார் எனில் ஒலியின் வேகம் எவ்வளவு?

**தீர்வு:**

தொலைவு (d) = வேகம் (v) × காலம் (t)

முதல் முறை சுடும் போது ஒலிகடந்த தொலைவு,  $2d = v \times 5$

இரண்டாவது முறை சுடும் போது ஒலிகடந்த தொலைவு,  $2d - 620 = v \times 3$

சமன்பாடு 2 ஐ மாற்றி எழுதினால்,

$$2d = (v \times 3) + 620$$

சமன்பாடு 1 மற்றும் 3 லிருந்து,  $5v = 3v + 620$   
 $2v = 620$

ஒலியின் திசைவேகம்,  $v = 310$  மீ/வி<sup>-1</sup>

### எதிர் முழுக்கம்:

- பெரிய அறைகளில் ஏற்படுத்தப்படும் ஒலியானது, அறையின் சுவர்களில் பட்டு மீண்டும் எதிரொலிப்பு அடைந்து அதன் கேட்கும் தன்மை சுழியாகும் வரை நீடித்திருக்கும். பன்முக எதிரொலிப்பின் காரணமாக, ஒலியின் கேட்டல் நீடித்திருக்கும் தன்மை எதிர் முழுக்கம் எனப்படும் கலையரங்கம், பெரிய அறைகள், திரையரங்கம், ஒலிப்பதிவுக்கூடங்கள் போன்றவற்றில் ஏற்படும் அதிகமான எதிர் முழுக்கம் விரும்பத்தக்கது அல்ல. ஏனெனில் இசையை ரசிக்கவோ, பேச்சை தெளிவாகக் கேட்கவோ இயலாது. எதிர் முழுக்கத்தைக் குறைப்பதற்கு கலையரங்கத்தின் மேற்கூரை, சுவர்கள் போன்றவை ஒலியை உட்கவரும் தன்மை கொண்ட பொருள்களாலான அழுக்கப்பட்ட நாள் அட்டை, திரைச்சீலைகள், பிளாஸ்டர் போன்ற பொருள்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். பார்வையாளர்கள் அமரும் இருக்கைகளும் ஒலியை உட்கவரும் பண்பின் அடிப்படையிலேயே தெரிவு செய்யப்படுகின்றன. இதனால், மிகக் குறைந்த ஒலியே பிரதிபலிப்பு அடைகிறது. அரங்கங்கள், நிகழ்ச்சி அறைகள் மற்றும் தியேட்டர்களை வடிவமைக்கும் போது இந்த காரணங்கள் கருத்தில் கொள்ளப்படுகின்றன.

### மீயொலி:

- 20,000 ஹெர்ட்ஸ்க்கும் அதிகமான எதிர் வெண்ணைக் கொண்ட ஒலி அலைகள் மீயொலி அலைகள் எனப்படுகின்றன. இந்த அலைகளை மனித செவிகளால் உணர முடியாது. ஆனால், விலங்குகள் இவற்றைக் கேட்டுணர முடியும். உதாரணமாக, நாயால் மீயொலி அலைகளைக் கேட்க முடியும். சாலைகளின் நடுவே ஓடிவரும் மான்கள், வாகனத்திற்கு முன்பாக பாய்ந்து விடாதபடிக்கு, மீயொலி அலைகளைக் கொண்ட ஒலிப்பான்கள் வாகனங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- மீயொலி அலைகளின் முக்கியமான பயன் என்னவென்றால், இவை மனித உடலின் உறுப்புக்களை ஆராய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. மீயொலி அலைகளை உடலினுள் செலுத்தும்போது, அவை உடல் உறுப்புகள் மற்றும் எலும்புகளில் பட்டு எதிரொலிக்கின்றன. இந்த அலைகள் கண்டறியப்பட்டு, ஆராயப்பட்டு கணினியில் சேமிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பெறப்படும் வரைபடத்திற்கு எதிரொலி ஆழவரைவு (Echogram) என்று பெயர். இது மருத்துவ ஆய்வுகளில் பயன்படுகின்றது. கடல் கண்காணிப்பிலும் மீயொலி அலைகள் பயன்படுகின்றன.

### மீயொலியின் பயன்கள்:

- மீயொலி அலைகள் தூய்மையாக்கும் தொழில் நுட்பத்தில் பயன்படுகின்றன. பொருள்களின் மீதுள்ள மிகச் சிறிய துகள்களை நீக்குவதற்கு, அப்பொருள்கள் மீயொலி செல்லும் திரவத்தினுள் வைத்து தூய்மைப் படுத்தப்படுகிறது.
- உலோகப் பட்டைகளிலுள்ள வெடிப்பு மற்றும் குறைகளை மீயொலி அலைகளைக் கொண்டு கண்டறியலாம்.
- மீயொலி அலைகள் இதயத்தின் பல்வேறு பகுதிகளில் இருந்து எதிரொலிக்கப்பட்டு இதயத்தின் பிம்பத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. இத்தொழில் நுட்பத்திற்கு மீயொலி இதயவரைவி என்று பெயர்.
- மீயொலி அலைகளைக் கொண்டு சிறுநீரகத்திலுள்ள கற்களை சிறு சிறு துகள்களாக உடைக்க முடியும். பின்னர் அவை சிறுநீர் வழியாக வெளியேற்றப்படுகின்றன.

### சோனார் (Sonar):

- சோனார் (SONAR) என்ற சொல்லின் விரிவாக்கம் Sound Navigation and Ranging என்பதாகும். சோனார் என்ற கருவியானது மீயொலி அலைகளைச் செலுத்தி நீருக்கு அடியிலுள்ள பொருள்களின் தூரம், திசை மற்றும் வேகம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிட பயன்படுகிறது. இதில் மீயொலிகளைப் பரப்பக்கூடிய சாதனமும், மீயொலிகளை உணரக்கூடிய உணர்வியும் உள்ளன. அவை படகு மற்றும் கப்பல்களுக்கு அடியில் பொறுத்தப்பட்டுள்ளன. பரப்பியானது மீயொலிகளை உருவாக்கி பரப்புகின்றது. இவ்வலைகள் நீருக்குள் பயணித்து, கடலின் அடித்தளத்தில் உள்ள பொருட்களின் மீது (அதாவது கடல் படுகை, மீன்களின் கூட்டம்) பட்டு, எதிரொலிப்படைந்து மீண்டும் வரும் பொழுது உணர்வியினால் உணரப்படுகின்றன. உணர்வியானது மீயொலிகளை மின்சார சைகைகளாக மாற்றும்படியைச் செய்கின்றது. அவற்றிலிருந்து தகவல்கள் பெறப்படுகின்றன. நீரில் ஒலியின் திசைவேகம் மற்றும்



பரப்பப்பட்ட ஒலிக்கும், பெறப்பட்ட எதிரொலிக்கும் இடையே உள்ள கால இடைவெளி ஆகியவற்றைக் கணக்கிட்டு, அதன் மூலம் நீருக்குள்ளிருந்து மீயொலி அலைகளை எதிரொலித்த பொருளின் தொலைவைக் கணக்கிடலாம்.

- பரப்பப்பட்ட மற்றும் பெறப்பட்ட மீயொலி அலைகளுக்கு இடையேயான கால இடைவெளியை “t” எனவும், நீரின் வேகத்தை “v” எனவும் கொண்டால், மீயொலியானது கடந்த தொலைவு  $2d / t = v$  ஆகும்.
- இவ்வாறு பொருள்களின் தொலைவைக் கண்டறியும் முறை எதிரொலி நெடுக்கம் (நடாடி-ranging) எனப்படும். கடலின் ஆழத்தை அறியவும், நீருக்கு அடியில் அமைந்துள்ள மலைகள், குன்றுகள், நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள் மற்றும் பனிப்பாறைகள் ஆகியவற்றை இடம் கண்டறிவதற்கும் இந்த முறையானது பயன்படுகின்றது.
- ஒரு கப்பலிலிருந்து அனுப்பப்படும் மீயொலியானது கடலுக்கு அடியிலுள்ள பொருளின் மீது எதிரொலிக்கப்பட்டு 3.42 வினாடிக்குப் பிறகு

#### கணக்கீடு 4:

- ஒரு கப்பலிலிருந்து அனுப்பப்படும் மீயொலியானது கடலுக்கு அடியிலுள்ள பொருளின் மீது எதிரொலிக்கப்பட்டு 3.42 வினாடிக்குப் பிறகு மீண்டும் வந்தடைகிறது. கடல் நீரில் மீயொலியின் வேகம் 1531 எனில் கப்பலிலிருந்து கடலின் அடிப்பகுதி வரை உள்ள தொலைவு எவ்வளவு?

தீர்வு:

மீயொலிக் கடந்த தொலைவு =  $2 \times$  கடலின் ஆழம்

தொலைவு = வேகம்  $\times$  நேரம் என்பதால்,

$$2d = \text{வேகம்} \times \text{நேரம்}$$

$$\therefore d = \frac{5236}{2} = 2618 \text{ மீ}$$

ஆகவே, கப்பலிலிருந்து கடலின் ஆழம் = 2618 மீ அல்லது 2.618 கி.மீ

#### மின் ஒலி இதய வரைபடம் (ECG):

- மின் ஒலி இதய வரைபடம் என்பது இதயத்தைப் பற்றி அறிந்து கொள்வதற்கான எளிய மற்றும் பழமையான முறையாகும். இது இதயத்தைப் பற்றி அநேக தகவல்களை அளிக்கின்றது. மேலும் இதய நோயாளிகளைப் பற்றிய ஆய்வின் மிக முக்கியமான பகுதியாகவும் இது உள்ளது. இம்முறையில், இதயத்திலிருந்து பெறப்படும் ஒலியானது, மின் சிக்னல்களாக மாற்றப்படுகின்றன. எனவே ECG என்பது, நேரத்தைப் பொறுத்து மாறக்கூடிய இதயத் தசைகளின் மின்சார செயல்பாடுகளைக் குறிப்பதாகும். பொதுவாக, பகுப்பாய்வு செய்வதற்காக, தாள்களின் மீது இவை அச்சிடப்படுகின்றன. இதயத்தின் செயல்பாடுகளை ஒருசில நிமிட நேர இடைவெளியில் பெருக்கமடையச் செய்து, பதிவு செய்யும் முறையே ECG எனப்படும்.

#### செவியின் அமைப்பு:

- நாம் எவ்வாறு ஒலியைக் கேட்கிறோம்? செவி எனப்படும் மிக நுண்ணிய உணர் உறுப்பின் மூலம் நாம் ஒலியைக் கேட்கிறோம். கேட்கக்கூடிய அதிர்வெண்களைக் கொண்ட காற்றினில் ஏற்படும் அழுத்த மாறுபாடுகளை மின்சார சைகைகளாக மாற்றுவதற்கு இவை உதவுகின்றன. இந்த சைகைகள், காது நரம்புகள் வழியே மூளையைச் சென்றடைகின்றன. செவியானது ஒலியைக் கேட்கும் விதமானது கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளது.
- செவியின் வெளிப்பகுதி செவிமடல் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது சுற்றுப்புறத்திலிருந்து ஒலியைச் சேகரிக்கின்றது. சேகரிக்கப்பட்ட ஒலியானது, வெளிச் செவிக் குழாய் மூலம் செவிக்கு உள்ளே செல்கிறது. வெளிச் செவிக் குழாயின் முடிவில், செவிப்பறை (Tympanic membrane) உள்ளது. காற்று ஊடகத்தில் ஒரு நெருக்கமானது உண்டாகும்போது, செவிப்பறையின் வெளிப்பகுதியிலுள்ள

அழுத்தமானது அதிகரித்து, செவிப்பறையானது உட்புறம் தள்ளப்படுகிறது. அதுபோலவே, காற்று ஊடகத்தில் ஒரு நெகிழ்ச்சி உண்டாகும் போது, செவிப்பறையானது வெளிப்புறம் தள்ளப்படுகிறது. இவ்வாறாக செவிப்பறையானது அதிர்வடைகின்றது. இந்த அதிர்வானது, நடுச்செவியிலுள்ள மூன்று எலும்புகளால் (சுத்தி, பட்டை மற்றும் அங்கவடி) பலமுறை பெருக்கமடைகிறது. ஒலி அலையிலிருந்து பெறப்பட்டு பெருக்கமடைந்த அழுத்தவேறுபாடானது, நடுச்செவிலிருந்து உட்செவிக்குக் கடத்தப்படுகிறது. உட்செவியினுள் கடத்தப்பட்ட அழுத்தவேறுபாடானது, காக்லியா (Cochlea) மூலம் மின்சைகைகளாக மாற்றப்படுகின்றது. இந்த மின் சைகைகள் காது நரம்பு வழியே மூளைக்கு செலுத்தப்படுகின்றன. மூளையானது அவற்றை ஒலியாக உணர்கின்றது.



**10TH அறிவியல்**  
**அலகு 5**  
**ஒலியியல்**

**ஒலிஅலைகள்:**

- நாம் ஒலியைப் பற்றி நினைக்கும் போது, ஒலி எவ்வாறு உருவாகிறது? பல்வேறு ஒலி மூலங்களிலிருந்து வரும் ஒலி எவ்வாறு நமது காதுகளை அடைகிறது? ஒலி என்பது என்ன? அது விசையா அல்லது ஆற்றலா? எனப் பல வினாக்கள் நமது மனதில் எழும், இந்த பாடத்தில் இது போன்ற வினாக்களுக்கு விடை காண்போம்.
- ஒலிக்கும் மணி அல்லது இசைக்கும் இசைக்கருவியைத் தொட்டுப் பார்க்கும் போது ஒலியானது அதிர்வுகளால் உருவாகின்றது என்பதை அறியலாம். அதிர்வடையம் பொருட்கள் அலைவடிவில் ஆற்றலை உருவாக்குகிறது. அதுவே ஒலி அலைகளாகும்.
- நீயும், உனது நண்பர்களும் நிலவில் இருப்பதாகக் கருதிக்கொள்ளுங்கள். உனது நண்பன் எழுப்பும் ஒலியை உன்னால் கேட்க இயலுமா? நிலவில் வளி மண்டலம் இல்லாததால் உனது நண்பனின் ஒலியைக் கேட்க இயலாது. எனவே அதிர்வுறும் பொருட்கள் உருவாக்கும் ஒலிப் பரவிடாது, திரவ, வாயு போன்ற பொருட்கள் ஊடகங்கள் தேவை என்பதைப் புரிந்துகொள்ளலாம். இதிலிருந்து ஒலியானது திட, திரவ அல்லது வாயு ஊடகங்களில் பரவும்.

**நெட்டலைகள்:**

- ஒலி அலைகள் நெட்டலைகளாகும். அவை அனைத்து ஊடகங்களிலும் (திண்ம, திரவ, வாயு) பரவும், அவற்றின் திசைவேகம் பருப்பொருள் ஊடகங்களின் பண்பைப் பொறுத்து அமையும். ஒரு ஊடகத்தில் ஒலியலை பரவும் திசையிலே துகள்கள் அதிர்வுற்றால் அதனை நெட்டலை எனலாம். ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் அதன் மையப் பகுதியிலிருந்து நீளவாக்கில் இடப்பெயர்ச்சி அடைவதால் நெட்டலைகள் உருவாகிறது. இதனால் ஊடகத்தின் வழியே நெட்டலைகள் பரவும் போது இறுக்கங்களும் தளர்ச்சிகளும் உருவாகின்றன. ஊடகத்தின் வழியே பரவும் நெட்டலைகளில் இறுக்கங்கள் என்பது அதிக அழுத்தம் உள்ள பகுதி மற்றும் தளர்ச்சிகள் என்பது குறைந்த அழுத்தம் உள்ள பகுதியாகும். நெட்டலைகளின் இறுக்கங்களும் தளர்ச்சிகளும் காட்டப்பட்டுள்ளது.

**ஒலி அலைகளை அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்து வகைப்படுத்தல்:**

1. **செவியுணர் ஒலி அலைகள்:** இவை 20 Hz முதல் 20,000 Hz க்கு இடைப்பட்ட அதிர்வெண் உடைய ஒலி அலைகளாகும். ஒலி அலைகளாகும். இவை அதிர்வடையும் பொருட்களான குரல் நாண்கள் மற்றும் இழுத்துக் கட்டப்பட்ட கம்பி போன்றவைகளால் உருவாக்கப்படுகிறது.
2. **குற்றொலி அலைகள்:** இவை 20 Hz ஐ விடக் குறைவான அதிர்வெண் உடைய ஒலி அலைகளாகும். மனிதர்களால் கேட்க இயலாது, நிலநடுக்கத்தின் போது உருவாகும் அதிர்வலைகள், கடல் அலைகள் மற்றும் திமிங்கலங்கள் ஏற்படுத்தும் ஒலி போன்ற ஒலிகள் குற்றொலி அலைகள் ஆகும்.
1. **மீயொலி அலைகள்:** இவை 20,000 Hz க்கும் அதிகமான அதிர்வெண் கொண்ட ஒலி அலைகளாகும். மனிதர்களால் கேட்க இயலாது. ஆனால் கொசு, நாய், வெளவால் மற்றும் டால்பின் போன்ற உயிரினங்களால் கேட்க இயலும். வெளவால் ஏற்படுத்தும் ஒலியினம் மீயொலிக்கு எடுத்துக்காட்டாக கூறலாம்.

**ஒலி மற்றும் ஒளி அலைகளுக்கு இடையேயான வேறுபாடுகள்:**

வ.எண்	ஒலி அலைகள்	ஒளி அலை
1.	பரவுவதற்கு ஊடகம் தேவை	பரவுவதற்கு ஊடகம் தேவையில்லை
2.	நெட்டலைகள்	குறுக்கலைகள்
3.	அலைநீளம் 1.65 செ.மீ முதல் 1.65 மீ வரை இருக்கும்.	அலைநீளம் $4 \times 10^{-7}$ மீ முதல்

		$7 \times 10^{-7}$ மீ வரை இருக்கும்.
4.	ஒலிஅலைகள் 340 மீவி <sup>-1</sup> திசைவேகத்தில் பரவும் (NTP)	ஒளிஅலைகள் $3 \times 10^8$ மீவி <sup>-1</sup> திசைவேகத்தில் பரவும்

#### ஒலிஅலைகளின் திசைவேகம்:

- ஒரு அலையின் திசைவேகம் பற்றி விவாதிக்கும் போது, இரு வகையான திசைவேகங்களை நாம் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டாம். அவைகள் அதிர்வடையும் துகளின் திசைவேகம் மற்றும் அலையின் திசைவேகம் ஆகும். திசைவேகத்தின் அலகு மீட்டர் வினாடி<sup>-1</sup> ஆகும்.

#### துகள் திசைவேகம்:

- ஒரு ஊடகத்தில் அலைகள் வடிவில் ஆற்றலைக் கடத்துவதற்காக துகள்கள் அதிர்வடையும் திசைவேகம் துகள் திசைவேகம் எனப்படும்.

#### அலைத் திசைவேகம்:

- ஒரு ஊடகத்தின் வழியே அலை பரவும் திசைவேகம் அலைத் திசைவேகம் எனப்படுகிறது. இதனை ஒரளகாலத்தில் ஒலி அலை பரவும் தூரம் எனவும் குறிப்பிடலாம்.

$$V = \frac{\lambda}{T}$$

$$V = n \lambda$$

- திடப்பொருட்களில் மீட்சிப்பண்பு அதிகமாக இருப்பதால் அதன் வழியாக ஒலியலை செல்லும் போது ஒலியின் திசைவேகம் அதிகமாக இருக்கும். வாயுக்களுக்கும் மீட்சிப் பண்புகுறைவாக இருப்பதால் ஒலியலை வாயுக்கள் வழியாக செல்லும் போது அதன் திசைவேகம் குறைவாக இருக்கும்.

காலத்தில் ஒலி அலை பரவும் தூரம் எனவும் குறிப்பிடலாம்.

$$\text{அலைத் திசைவேகம்} = \frac{\text{தொலைவு}}{\text{பரவ எடுத்துக் கொண்ட காலம்}}$$

ஒரு அலையானது  $\lambda$  என்ற தூரத்தை (அலைநீளம்) T காலத்தில் கடந்து சென்றால் அதன் அலைத் திசைவேகத்தை எனக் குறிப்பிடலாம்.

$$V = \frac{\lambda}{T}$$

- ஆதலால் ஒரு விநாடி நேரத்தில், ஒலி அலை கடந்தத் தொலைவு அலைத் திசைவேகம் ஆகும்.  $(n) = 1/T$  என்பதை அலையின் அதிர்வெண் எனக் குறிப்பிட்டு சமன்பாடு எழுதலாம்.

$$V = n \lambda$$

- திடப்பொருட்களில் மீட்சிப்பண்பு அதிகமாக இருப்பதால் அதன் வழியாக ஒலியலை செல்லும் போது ஒலியின் திசைவேகம் அதிகமாக இருக்கும். வாயுக்களுக்கும் மீட்சிப் பண்புகுறைவாக இருப்பதால் ஒலியலை வாயுக்கள் வழியாக செல்லும் போது அதன் திசைவேகம் குறைவாக இருக்கும்.

$$\text{எனவே } V_{\text{திட}} > V_{\text{திரவ}} > V_{\text{வாயு}}$$

#### ஒலியின் திசைவேகத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள்:

#### ஒலியின் திசைவேகத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள்:

- திடப் பொருட்களின் வழியாக செல்லும் போது அதன் மீட்சிப்பண்பு மற்றும் அடர்த்தி ஒலியின் திசைவேகத்தைப் பாதிக்கிறது. மீட்சிப் பண்பானது மீட்சிக் குணகத்தினால் குறிக்கப்படுகிறது. ஒலியின் திசைவேகமானது மீட்சிக் குணகத்தின் இருமடி மூலத்திற்கு நேர்த்தகவிலும், அடர்த்தியின் இருமடி மூலத்திற்கு எதிர் தகவிலும் அமையும்.

- எனவே அடர்த்தி அதிகரிக்கும் போது, ஒலியின் வேகம் குறைகிறது. மீட்சிப் பண்பு அதிகரிக்கும் போது ஒலியின் திசைவேகமும் அதிகரிக்கிறது. வாயுக்களைப் பொறுத்தவரையில் கீழ்க்கண்ட காரணிகள் ஒலியின் திசைவேகத்தைப் பாதிக்கின்றன.

#### அடர்த்தியின் விளைவு:

- வாயுக்களில் ஒலியின் திசைவேகம் அதன் அடர்த்தியின் இருமடி மூலத்திற்கு எதிர் தகவில் அமையும். எனவே வாயுக்களின் அடர்த்தி அதிகரிக்கும் போது திசைவேகம் குறைகிறது.

$$v \propto \sqrt{\frac{1}{d}}$$

#### வெப்பநிலையின் விளைவு:

- வாயுக்களில் ஒலியின் திசைவேகம், அதன் வெப்பநிலையின் இருமடி மூலத்திற்கு நேர் தகவில் அமையும். எனவே வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது, திசைவேகமும் அதிகரிக்கிறது.  $v \propto \sqrt{T}$  வெப்பநிலை  $T^{\circ}\text{C}$  ல் திசைவேகமானது.

$$V_T = (V_0 + 0.61T) \text{ m s}^{-1}$$

இங்கு  $V_0$  என்பது  $0^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையில் வாயுக்களில் ஒலியின் திசைவேகம் ஆகும். காற்றிற்கு  $V_0 = 331$  மீவி<sup>-1</sup> எனவே ஒவ்வொரு டிகிரி செல்சியஸ் வெப்பநிலை அதிகரிப்பிற்கும் திசைவேகமானது  $0.61^{-1}$  மீவி அதிகரிக்கிறது.

#### ஒப்புமை ஈரப்பதத்தின் விளைவு:

- காற்றின் ஈரப்பதம் அதிகரிக்கும் போது ஒலியின் திசைவேகமும் அதிகரிக்கிறது. எனவே தான் மழைக்காலங்களில் தொலைவிலிருந்து வரக்கூடிய ஒலியைத் தெளிவாகக் கேட்க முடிகிறது.
- பல்வேறு ஊடகங்களில் ஒலியின் திசைவேகம் பற்றி அட்டவணை கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

#### பல்வேறு ஊடகங்களில் ஒலியின் திசைவேகம்

வ.எண்	ஊடகத்தின் தன்மை	ஊடகம்	ஒலியின் திசைவேகம் (மீவி <sup>-1</sup> )
1	திடப்பொருள்	தாமிரம்	5010
2		இரும்பு	5950
3		அலுமினியம்	6420
4	திரவம்	மண்ணெண்ணெய்	1324
5		நீர்	1493
6		கடல் நீர்	1533
7	வாயு	காற்று ( $0^{\circ}\text{C}$ )	331
8		காற்று ( $20^{\circ}\text{C}$ )	343

#### தீர்க்கப்பட்ட கணக்கு

- எந்த வெப்பநிலையில் ஒலியின் திசைவேகமானது  $0^{\circ}\text{C}$  ல் உள்ளதைவிட இரட்டிப்பாகும்?

#### தீர்வு:

தேவையான வெப்பநிலையை  $T^{\circ}\text{C}$  எனக் கொள்வோம்,  $v_1$  மற்றும்  $v_2$  என்பவை முறையே  $T_1\text{K}$  மற்றும்  $T_2\text{K}$  வெப்பநிலையில் ஒலியின் திசைவேகம் ஆகும்.  $T_1 = 273\text{K}$  ( $0^{\circ}\text{C}$ ) மற்றும்  $T_2 = (T^{\circ}\text{C} + 273)\text{K}$

இங்கு  $\frac{v_2}{v_1} = 2$  எனக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{273+T}{273}} = 2$$

$$\text{எனவே } \frac{273+T}{273} = 4$$

$$T = (273 \times 4) - 273 = 819^\circ\text{C}$$

### ஒலியின் எதிரொலிப்பு:

- நீங்கள் வெற்றுஅறைஒன்றில் அமர்ந்துகொண்டுபேசும் போது,நீங்கள் பேசியஒலிமீண்டும் மீண்டும் உங்களைவந்தடைவதைகவனித்திருப்பீர்கள். இதுநீங்கள் பேசியஒலியின் எதிரொலிப்பேஆகும். கீழ்க்காணும் செயல்பாட்டின் மூலம் ஒலிஎதிரொலிப்பைவிவாதிக்கலாம்.
- ஒலியானதுஒருஊடகத்திலிருந்துமற்றொருஊடகத்திற்குபரவும் போது இரண்டாவதுஊடகத்தால் எதிரொலிக்கப்பட்டுமுதலாம் ஊடகத்திற்குதிருப்பிஅனுப்பப்படுகிறது. இந்தஎதிரொலிப்பானதுஒளிஅலைகளில் நடைபெறும் எதிரொலிப்பைப் போன்றதேஆகும். இரண்டாம் ஊடகத்தைநோக்கிச் செல்லும் கதிர் படுகதிர் எனவும் இரண்டாம் ஊடகத்தில் பட்டுதிரும்பிவரும் கதிர் எதிரொலித்தக் கதிர் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

### எதிரொலிப்புவிதிகள்:

- ஒலிஅலைகளைப் போலவே,ஒலிஅலைகளும் அடிப்படைஎதிரொலிப்புவிதிகளைப் பூர்த்திசெய்யும்,கீழ்க்காணும் இரு எதிரொலிப்புவிதிகளும் ஒலிஅலைகளுக்கும் பொருந்தும்.
- படுகதிர்,எதிரொலிக்கும் தளத்தில் வரையப்படும் செங்குத்துக்கோடுமற்றும் எதிரொலிப்புக் கதிர் ஆகியவைஒரேதளத்தில் அமையும்.
- படுகோணம்  $< i$  மற்றும் எதிரொலிப்புக் கோணம்  $< r$  ஆகியவைசமமாக இருக்கும்.
- எதிரொலிப்புத் தளத்தைநோக்கிச் செல்லும் கதிர்கள் படுகதிர்கள் எனப்படும். எதிரொலிப்புத் தளத்தில் பட்டுமீண்டும் திரும்பிவரும் கதிர்கள் எதிரொலித்தக் கதிர்கள் எனப்படும். அனைத்துப் பயன்பாடுகளுக்கும் படுகதிர் மற்றும் எதிரொலிப்புக் கதிர் ஆகியவைஎதிரொலிப்புத் தளத்தில் ஒரேபுள்ளிவழியாகச் செல்லும்.
- எதிரொலிப்புதளத்துக்குச் செங்குத்தாகவரையப்பட்டுள்ளகோடுசெங்குத்துக் கோடுஎனஅழைக்கப்படுகிறது. செங்குத்துக் கோட்டுடன்,படுகதிர் உருவாக்கும் கோணம் படுகோணம் (i)ஆகும். அதேபோலசெங்குத்துக் கோட்டுடன் எதிரொலித்தகதிர் உருவாக்கும் கோணம் எதிரொலிப்புக் கோணம் (r)எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

கோல்கொண்டாகோட்டை (ஹைதராபாத்,தெலுங்கானா)  
கோல்கொண்டாகோட்டையிலுள்ளகைத்தட்டும் அறையின் மேற்புறம்  
பலதொடர்ச்சியானவளைவுகள் உள்ளன. இதில்  
ஒவ்வொருவளைவும்,முந்தையவளைவைவிடசிறியதாககாணப்படும். எனவே இந்தஅறையின்  
குறிப்பிட்டப் பகுதியில் எழுப்பப்படும் ஒலியானது,அழுத்தப்பட்டுஎதிரொலிக்கப்பட்டு, பின்  
தேவையானஅளவுபெருக்கமடைந்துஒருகுறிப்பிட்டத் தொலைவிற்குக் கேட்கிறது.

### அடர்மிகுஊடகத்தின் விளிம்பில் ஒலிஅலைகளின் எதிரொலிப்பு:

- ஒருநெட்டலையானதுஊடகத்தில் பரவும் போது இறுக்கங்களாகவும்,தளர்ச்சிகளாகவும் பரவும். ஒலிஅலையின் இறுக்கங்கள் இடமிருந்துவலமாகபரவிஒருசுவரில் மோதிக்கொள்வதாககருதிக் கொள்வோம். அவ்வாறுமோதிக்கொள்ளும் போது இறுக்கங்கள் சுவரினைநோக்கிFஎன்றஒருவிசையைசெயல்படுத்தும்,அதேவேளையில் சுவரானதுஅதற்குசமமானமற்றும் எதிர் திசையில் R = -Fஎன்றவிசையைதிரும்பச் செலுத்தும், இதனால் சுவற்றின் அருகில் மீண்டும் இறுக்கங்கள் ஏற்படும், இவ்வாறு இறுக்கங்கள் சுவரில் மோதிமீண்டும் இறுக்கங்களாகவேஎதிரொலிக்கிறது. அதன் திசைமட்டும் மாறியிருக்கும்.

### அடர்குறை ஊடகத்தின் விளிம்பில் ஒலி அலைகளின் எதிரொலிப்பு:

- காற்று ஊடகத்தின் பரப்பில் F என்ற விசையைச் செலுத்தும், அடர்குறை ஊடகம் (காற்று) குறைந்த அளவு உருக்குலைக்கும் பண்பை பொற்றுள்ளதால் இரண்டையும் பிரிக்கும் மேற்பரப்பு பின்னோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. இதனால் அடர்குறை ஊடகத்தில் துகள்கள் மிக எளிதாக இயங்குவதால் விளிம்புப்பகுதியில் தளர்ச்சிகள் தோன்றுகின்றன. இடமிருந்து வலமாக பயணித்த இறுக்கங்கள் எதிரொலிக்கப்பட்ட பின் தளர்ச்சிகளாக மாறி வலது புறத்திலிருந்து இடது புறமாகப் பரவுகிறது.

**அடர்குறை மற்றும் அடர்மிகு ஊடகம் என்றால் என்ன?**

ஒலியானது ஒரு ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்கு செல்லும் போது அதன் திசைவேகம் அதிகரித்தால் அது அடர்குறை ஊடகம் ஆகும். (காற்றுடன் ஒப்பிடும் போது நீரானது ஒலிக்கு அடர்குறை ஊடகம் ஆகும்)  
ஒலியானது ஒரு ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்கு செல்லும் போது அதன் திசைவேகம் குறையுமானால் அது அடர்மிகு ஊடகம் ஆகும். (நீருடன் ஒப்பிடும் போது காற்றானது ஒலிக்கு அடர்மிகு ஊடகம் ஆகும்)

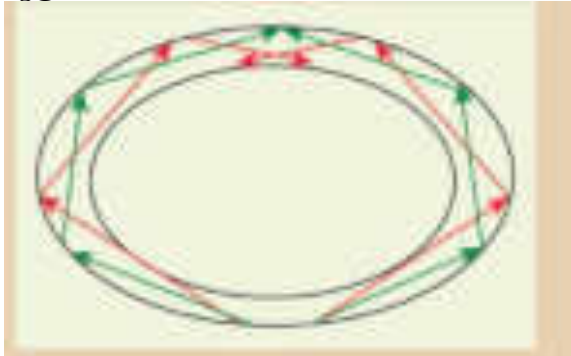
**சமதளம் மற்றும் வளைவானப் பகுதிகளில் ஒலிஎதிரொலிப்பு:**

- ஒலிஅலைகள் சமதளப் பரப்புகளில் மோதிஎதிரொலிக்கும் போதுஒலிஎதிரொலிப்புவிதிகளுக்குஏற்பப் பரவுகிறது. அவ்வாறுஒலிஅலைகள் எதிரொலிக்கும் போதுஒலிஅலைகளின் செறிவு கூடுவதோஅல்லதுகுறைவதோ இல்லை.

ஆனால் வளைவானப் பரப்புகளில் பட்டுமோதிஎதிரொலிக்கும் போதுஅதன் செறிவுமாறுகிறது. குவிந்தபகுதிகளில் மோதிஎதிரொலிக்கும் போதுஎதிரொலித்தஅலைகள் விரிவடைந்துசெல்கிறது. அதன் செறிவும் குறைகிறது. அதேபோலகுழிவானபகுதிகளில் மோதிஎதிரொலிக்கும் போதுஎதிரொலித்தஅலைகள் ஒருபுள்ளியில் குவிக்கப்படுகிறது. எனவேஎதிரொலித்தக் கதிர்களின் செறிவும் ஒருபுள்ளியில் குவிக்கப்படுகிறது.

- ஒலியைஒருகுறிப்பிட்டபுள்ளியில் குவிக்கவேண்டியத் தேவைகள் இருந்தால் மட்டுமேவளைவானப் எதிரொலிக்கும் பகுதிகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெரும்பாலானபேசும் கூடங்களின் மேற்பகுதிபரவளையத்தின் வடிவில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். பரவளையத்தில் பிரதிபலிக்கும் ஒலியானதுசுவரில் எங்குமோதினாலும் பரவளையத்தில் ஒருகுவியப் புள்ளியிலிருந்துமற்றொருகுவியப் புள்ளியில் குவிக்கப்படுகிறது. இதனால் இதனுள் அமர்ந்துஒருவர் மெல்லியகுரலில் பேசினாலும்,மீண்டும் மீண்டும் எதிரொலித்துவரும் ஒலியினால் அரங்கத்தில் அமர்ந்திருக்கும் அனைவரின் செவியையும் அடையும்.

மெதுவாகப் பேசும் கூடம் மிகவும் புகழ் பெற்றமெதுவாகப் பேசும் கூடம் இலண்டனிலுள்ளபுனிதபால் கேதிட்ரல் ஆலயத்தில் அமைந்துள்ளது. அந்தஅறையில் ஒருகுறிப்பிட்டபகுதியில் பேசப்படும் ஒலியானதுஎதிர்புறம் உள்ளக் குறிப்பிட்டப் பகுதியில் தெளிவாகக் கேட்கும் வகையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. வளைவானபகுதிகளில் நடைபெறும் பல்முனைஎதிரொலிப்பே இதற்குக் காரணம் ஆகும்.



**எதிரொலிகள்:**

- ஒலி அலைகள் சுவர்கள், மேற்கூரைகள், மலைகள் போன்றவற்றின் பரப்புகளில் மோதி பிரதிபதிக்கப்படும் நிகழ்வே எதிரொலி ஆகும்.

- நீங்கள் மலையின் அருகிலோ அல்லது ஒரு கட்டிடத்தின் அருகிலோ நின்று கைகளைத் தட்டும் போது உங்களால் அதே ஒலியை மீண்டும் கேட்க இயலும். இவ்வாறு உங்களால் மீண்டும் கேட்கக் கூடிய ஒலியே எதிரொலி ஆகும். சிறிய அறைகளில் எதிரொலியைக் கேட்க இயலாது. சிறிய அறைகளில் எதிரொலியைக் கேட்க இயலாது என்பதால் அங்கு எதிரொலிப்பு நடைபெறவில்லை என்பது பொருல்ல, ஏனெனில் சிறிய அறைகள் எதிரொலிக்கு வேண்டிய அடிப்படை நிபந்தனைகளைப் பூர்த்தி செய்வதில்லை.

#### எதிரொலிக்கு வேண்டிய நிபந்தனைகள்:

- மனிதர்களால் கேட்கப்படும் ஒலியானது, நமது காதுகளில் 0.1 விநாடிகளுக்கு நிலைத்திருக்கும், எனவே நாம் இரண்டு ஒலிகளைக் கேட்க வேண்டுமானால் இரண்டு ஒலிகளுக்கும் இடையே கால இடைவெளி குறைந்தபட்சம் 0.1 விநாடிகள் இருக்க வேண்டும், எனவே எழுப்பப்படும் ஒலிக்கும், எதிரொலிக்கும் இடையே 0.1 விநாடிகள் இருக்க வேண்டும்.

மேற்காணும் நிபந்தனையானது பூர்த்தியாக வேண்டுமெனில் ஒலி மூலத்திற்கும் எதிரொலிக்கும் பரப்பிற்கும் இடையே உள்ள தொலைவானது கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டை பூர்த்தி செய்ய வேண்டும்.

$$\text{திசைவேகம்} = \frac{\text{ஒலி கடந்த தொலைவு}}{\text{பரவ எடுத்துக் கொண்ட காலம்}}$$

$$v = \frac{2d}{t}$$

$$d = \frac{vt}{2}$$

$$\text{எனவே, } t = 0.1 \text{ விநாடி } d = \frac{v \times 0.1}{2} = \frac{v}{20}$$

ஆதலால் எதிரொலிகேட்கவேண்டுமானால் குறைந்தபட்சத் தொலைவானது காற்றில் ஒலியின் திசைவேகத்தின் மதிப்பில்  $1/20$  பகுதியாக இருக்கவேண்டும். ஒலியின் திசைவேகம் காற்றின் 344 மீவி<sup>-1</sup> எனக் கருதினால் எதிரொலிக் கேட்பதற்கான குறைந்தபட்சத் தொலைவு 17.2 மீ ஆகும்.

#### எதிரொலியின் பயன்பாடுகள்:

- சிலவிலங்குகள் வெகுதொலைவில் இருக்கும் போதுதங்களுக்குள் தொடர்புகொள்ளவும், ஒலிசமிக்கைகளை அனுப்பி அதிலிருந்துவரும் எதிரொலி மூலம் எதிரொலிப்பொருட்களைக் கண்டறியவும் பயன்படுகிறது.
- எதிரொலித் தத்துவம் மகப்பேறியல் துறையில் அல்ட்ராசோனோகிராபிகருவியில் பயன்படுகிறது. இதைப் பயன்படுத்திதாயின் கருப்பையில் உள்ளகருவின் வளர்ச்சியினை ஆராய்ந்தறியப் பயன்படுகிறது. இந்தக் கருவிமிகப் பாதுகாப்பானது ஏனெனில் இதில் தீங்குவிளைவிக்கும் கதிர்கள் எதுவும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.
- ஊடகங்களில் ஒலியின் திசைவேகத்தைக் கண்டறியவும் எதிரொலிப்பயன்படுகிறது.

#### எதிரொலிமுறையில் ஒலியின் திசைவேகத்தைக் காணுதல்:

##### தேவையான கருவிகள்:

##### செய்முறை:

1. ஒலி மூலத்திற்கும், எதிரொலிப்புப் பரப்பிற்கும் இடையேயானத் தொலைவை (d) அளவுநாடாவைப் பயன்படுத்தி அளந்துகொள்ளவும்.
2. ஒலி ஏற்பியை ஒலி மூலத்திற்கு அருகில் வைக்கவும். தற்போது ஒலிசமிக்கைகள் ஒலி மூலத்திலிருந்து வெளிப்படும்.
3. நிறுத்துக் கடிக்காரத்தைப் பயன்படுத்தி ஒலி மூலத்திலிருந்து வெளிப்பட்ட ஒலிசமிக்கைகளுக்கும், எதிரொலித்துவந்த ஒலிசமிக்கைகளுக்கும்



இடையேயானகால இடைவெளியைக் குறித்துக் கொள்ளவும். கால இடைவெளியை 't' எனவே ஒலியின் திசைவேகமானது

4. இந்தசோதனையை மூன்றுஅல்லதுநான்குமுறைசெய்துபார்க்கவும். சராசரிகால இடைவெளியைக் கணக்கிடவும்.

**ஒலியின் திசைவேகம் கணக்கிடல்:**

ஒலி மூலத்திலிருந்துவெளியானஒலித்துடிப்புஒலி மூலத்திலிருந்துசுவர் வரைசென்றுபின்னர் எதிரொலித்துஒலி மூலம் வரையுள்ள2dதொலைவைtநேரத்தில் கடந்துசெல்கிறது.எனவே

$$\text{ஒலியின் திசைவேகம் (v)} = \frac{\text{கடந்த தொலைவு}}{\text{எடுத்துக் கொண்ட நேரம்}} = \frac{2d}{t}$$

**ஒலிஎதிரொலிப்பின் பயன்பாடுகள்:**

**ஒலிஎதிரொலிப்புஅட்டை:**

- இதுபொதுவாகவளைந்த (குழிந்த) பரப்புகள் ஆகும். இவைஅரங்கங்களிலும், இசையரங்கங்களிலும் ஒலியின் தரத்தைஅதிகரிக்கப் பயன்படுகிறது. ஒலிப் பெருக்கியானதுஒலிஎதிரொலிப்புஅட்டையின் குவிப்பகுதியில் இருக்குமாறுபொருத்தப் படுகிறது. ஒலிப்பெருக்கியிலிருந்துவரும் ஒலியானது,ஒலிஎதிரொலிப்புஅட்டையால் எதிரொலிக்கப்பட்டுஅதிகத் தரத்துடன் பார்வையாளர்களைச் சென்றடைகிறது.

**காதுகேட்கஉதவும் கருவி:**

- இதுகாதுகேட்டலுக்குத் துணைபுரியும் கருவிஆகும். இதுகேட்டல் குறைபாடுஉள்ளவர்களுக்குபயன்படுகிறது. இந்தக் கருவியின் ஒரு முனை அகன்றும் மறுமுனைகுறுகலாகவும் இருக்கும். ஒலி மூலத்திலிருந்துவரக்கூடியஒலியானதுஅகன்றபகுதியின் சுவரில் எதிரொலித்துக் குறுகலானப் பகுதியைஅடைகிறது. இந்தக் கருவியானதுஒலியைக் குவிக்கவும்,அதிகச் செறிவோடுசெவிப்பறையைஅடையவும் பயன்படுகிறது. இந்தக் கருவியால் குறைபாடுஉள்ளவர்களால் நன்றாகக் கேட்க இயலுகிறது.

**கூம்புஒலிப்பெருக்கி:**

- கூம்புஒலிப்பெருக்கிஎன்பதுசிறியஅளவுக் கூட்டத்தினிடையேஉரையாடஉதவும் குழல் வடிவ கருவியாகும். இதன் ஒரு முனை அகன்றும்,மற்றொருமுனைக் குறுகலாகவும் காணப்படும். குறுகலானப் பகுதியில் பேசும் ஒலியானதுபன்முகஎதிரொலிப் படைகிறது. எனவேஒலியானதுஅகன்றப் பகுதியின் வழியேவெகுதொலைவில் அதிகசெறிவுடன் கேட்க இயலுகிறது.

**டாப்ளர் விளைவு:**

- வேகமாக இயங்கும் இரயில் வண்டியானது,ஒய்வுநிலையிலுள்ளகேட்குநரைநெருங்கும் போதுஅதன் ஊதல் ஒலியின் சுருதிஅதிகரிப்பதுபோன்றும்,கேட்குநரைவிட்டுவிலகிச் செல்லும் போதுஊதல் அதிர்வெண்ணில் ஏற்படும் தோற்றமாற்றத்தைமுதன் முதலில் ஆஸ்திரியநாட்டைச் சார்ந்தகணிதவியலாளரும், இயற்பியலாளருமானகிறிஸ்டியன் டாப்ளர் 91803 – 1853) கண்டறிந்துவிளக்கினார். கேட்குநருக்கும் ஒலி மூலத்திற்கும் இடையேசார்பியக்கம் இருக்கும் போதுகேட்குநரால் கேட்கப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண்ணிற்கும்,ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண்ணிற்கும் இடையேவேறுபாடுஉள்ளதைக் கண்டறிந்தார். இதுவேடாப்ளர் விளைவுஆகும்.

1. கேட்குநர் நிலையானஒலி மூலத்தைநோக்கியேஅல்லதுவிலகியோச் செல்லுதல்.
2. ஒலி மூலமானதுநிலையானகேட்குநரைநோக்கியோஅல்லதுவிலகியோச் செல்லுதல்.
3. ஒலி மூலமும்,கேட்குநரும் ஒன்றுக்கொன்றுநோக்கியோஅல்லதுவிலகியோச் செல்லுதல்
4. ஒலி மூலமும்,கேட்குநரும் ஒய்வுநிலையில் இருக்கும் போதுஒலிபரவும் ஊடகம் நகருதல்

கணக்கீடுகளின் எளிமைக்காக ஒலிபரவும் ஊடகம் ஓய்வுநிலையில் உள்ளதாகக் கருதுவோம். எனவே ஊடகத்தின் திசைவேகம் சுழி ஆகும்.

- ஒலி மூலம்  $S$  மற்றும் கேட்குநர்  $L$  முறையே  $v_s$  மற்றும்  $v_L$  மற்றும் திசைவேகத்தில் நகர்வதாகக் கருதுவோம், ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் ஒன்றையொன்று நோக்கி நகர்வதாக எடுத்துக் கொள்வோம். ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடையேயானத் தொலைவு குறையும் போது தோற்ற அதிர்வெண்ணானது, உண்மையான அதிர்வெண்ணை விட அதிகமாக இருக்கும்.



- ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண் ' $n$ ' எனவும், கேட்குநரால் உணரப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண் ' $n'$ ' எனவும் கொள்வோம். அப்படியானால் தோற்ற அதிர்வெண் ' $n'$ ' க்கான சமன்பாடு

$$n' = \left( \frac{v + v_L}{v - v_s} \right) n$$

- இங்கு  $V$  என்பது குறிப்பிட்ட ஊடகத்தில் ஒலியின் திசைவேகம் ஆகும். நாம் தற்போது ஒலி மூலம் மற்றும் கேட்குநரின் இயக்கங்களின் பல்வேறு சாத்தியக் கூறுகளுக்கான சமன்பாடுகளைக் காண்போம்.

டாப்ளர் விளைவினால் உருவாகும் தோற்ற அதிர்வெண்ணிற்கான சமன்பாடுகள்:

நிலை	ஒலி மூலம் மற்றும் கேட்குநரின் நிலை	குறிப்பு	தோற்ற அதிர்வெண்
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் இயக்கத்தில் உள்ளனர்.</li> <li>ஒருவரையொருவர் நோக்கி நகர்கின்றனர்</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ஒலி மூலத்திற்கும் கேட்குநருக்கும் இடையேயான தொலைவு குறைகிறது.</li> <li>தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விட அதிகம்</li> </ol>	$n' = \left( \frac{v + v_L}{v - v_s} \right) n$
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் இயக்கத்தில் உள்ளனர்.</li> <li>ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் ஒருவருக்கொருவர் விலகிச் செல்கின்றனர்.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு அதிகரிக்கும்.</li> <li>தோற்ற அதிர்வெண், உண்மை அதிர்வெண்ணை விடக் குறைவு</li> <li><math>V_s</math> மற்றும் <math>V_L</math> மதிப்பு நிலை 3ல் கூறப்பட்ட தற்கு எதிர் திசையில் அமையும்.</li> </ol>	$n' = \left( \frac{v - v_L}{v + v_s} \right) n$
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் இயக்கத்தில் உள்ளனர்.</li> <li>ஒன்றன் பின் ஒன்றாக நகர்கின்றனர்.</li> <li>கேட்குநரை ஒலி மூலம் பின் தொடர்கிறது</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>தோற்ற அதிர்வெண் ஒலி மூலம் மற்றும் கேட்குநரின் திசைவேகத்தைப் பொறுத்து</li> <li><math>V_s</math> ஆனது நிலை 2ல் கூறப்பட்ட தற்கு எதிராக அமையும்.</li> </ol>	$n' = \left( \frac{v - v_L}{v - v_s} \right) n$
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் இயக்கத்தில் உள்ளனர்.</li> <li>ஒன்றன் பின் ஒன்றாக நகர்கின்றனர்.</li> <li>ஒலி</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>தோற்ற அதிர்வெண் ஒலி மூலமும் மற்றும் கேட்குநரின் திசைவேகத்தைப் பொறுத்து ஆகும்.</li> <li><math>V_s</math> மற்றும் <math>V_L</math> நிலை 3ல் கூறப்பட்ட தற்கு எதிர் திசையில் அமையும்.</li> </ol>	$n' = \left( \frac{v + v_L}{v + v_s} \right) n$

	மூலத்தை கேட்குநர் பின் தொடர்கிறார்.		
5.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ஒலி மூலம் ஒய்வுநிலையில் உள்ளது.</li> <li>கேட்குநர் ஒலி மூலத்தை நோக்கி நகர்கிறார்.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு குறைகிறது.</li> <li>தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விட அதிகம்.</li> <li>நிலை 1ல், <math>V_s = 0</math></li> </ol>	$n' = \left( \frac{v + v_L}{v} \right) n$
6.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ஒலி மூலம் ஒய்வுநிலையில் உள்ளது.</li> <li>கேட்குநர் ஒலி மூலத்தை நோக்கி நகர்கிறார்.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு அதிகரிக்கிறது.</li> <li>தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விட குறைகிறது.</li> <li>நிலை 2ல், <math>V_s = 0</math></li> </ol>	$n' = \left( \frac{v - v_L}{v} \right) n$
7.	<ul style="list-style-type: none"> <li>கேட்குநர் ஒய்வுநிலையில் உள்ளார்.</li> <li>ஒலி மூலம் கேட்குநரை நோக்கி நகர்கிறது.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு குறைகிறது.</li> <li>தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விட அதிகம்.</li> <li>நிலை 1ல் <math>V_L = 0</math></li> </ol>	$n' = \left( \frac{v}{v - v_s} \right) n$
8.	<ul style="list-style-type: none"> <li>கேட்குநர் ஒய்வுநிலையில் உள்ளார்.</li> <li>ஒலி மூலம் கேட்குநரை விட்டு விலகிச் செல்கிறது.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு அதிகரிக்கிறது.</li> <li>தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விட குறைவு</li> <li>நிலை 2ல், <math>V_L = 0</math></li> </ol>	$n' = \left( \frac{v}{v + v_s} \right) n$

- ஒலிபரவும் ஊடகமானது (காற்று)  $W$  என்ற திசைவேகத்தில், ஒலிபரவும் திசையிலேயே நகர்வதாகக் கொள்வோம். இந்நிகழ்வில் ஒலியின் திசைவேகம் ' $v$ ' ஆனது ( $V + W$ ) ஆக மாறுகிறது. அதேபோல் ஊடகமானது, ஒலிபரவும் திசைக்கு எதிர் திசையில் நகருமானால் ஒலியின் திசைவேகம் ' $v$ ' ஆனது ( $V - W$ ) ஆக மாறுகிறது.

#### தீர்க்கப்பட்ட கணக்கீடுகள்:

- 90 Hz அதிர்வெண்ணை உடைய ஒலி மூலமானது ஒலியின் திசைவேகத்தில்  $(1/10)$  மடங்கு வேகத்தில் ஒய்வுநிலையில் உள்ள கேட்குநரை அடைகிறது. கேட்குநரால் உணரப்படும் அதிர்வெண் என்ன? தீர்வு: ஒய்வுநிலையில் உள்ள கேட்குநரை நோக்கி, ஒலி மூலம் நகரும்போது, தோற்ற அதிர்வெண்ணுக்கான சமன்பாடு.

$$n' = \left( \frac{v}{v - V_s} \right) n$$

$$= \left( \frac{v}{v - \left( \frac{1}{10} \right) V} \right) n = \left( \frac{10}{9} \right) n$$

$$= \left( \frac{10}{9} \right) \times 90 = 100 \text{ Hz}$$

- 500 Hz அதிர்வெண்ணை உடைய ஒலி மூலமானது, 30 மீவி<sup>-1</sup> வேகத்தில் கேட்குநரை நோக்கி நகர்கிறது. காற்றில் ஒலியின் வேகம் 330 மீவி<sup>-1</sup> எனில் கேட்குநரால் உணரப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண் என்ன? தீர்வு: ஒய்வுநிலையில் உள்ள கேட்குநரை நோக்கி, ஒலி மூலம் நகரும்போது, தோற்ற அதிர்வெண்ணுக்கான சமன்பாடு.

$$n' = \left( \frac{v}{v - v_s} \right) n$$

$$n' = \left( \frac{330}{330 - 30} \right) \times 500$$

$$= 550 \text{ Hz}$$

3. ஒரு ஒலி மூலமானது 50 மீ.வி<sup>-1</sup> திசைவேகத்தில் ஓய்வுநிலையில் உள்ள கேட்குநரை நோக்கி நகருகிறது. கேட்குநரால் உணரப்படும் ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண்ணானது 1000 Hz ஆகும். அந்த ஒலி மூலமானது ஓய்வுநிலையில் உள்ள கேட்குநரை விட்டு விலகிச் செல்லும் போது உணரப்படும் தோற்ற அதிர்வெண் என்ன? (ஒலியின் திசைவேகம் 330 மீ.வி<sup>-1</sup>)

$$n' = \left( \frac{v}{v - v_s} \right) n$$

$$1000 = \left( \frac{330}{330 - 50} \right) n$$

$$n' = \left( \frac{1000 \times 280}{330} \right)$$

$$n = 848.48 \text{ Hz.}$$

- ஒலி மூலத்தின் உண்மையான அதிர்வெண் 848.48 Hz ஆகும். ஒலி மூலமானது கேட்குநரை விட்டு விலகிச் செல்லும் போது உள்ள தோற்ற அதிர்வெண்ணிற்கான சமன்பாடு.

$$n' = \left( \frac{v}{v + v_s} \right) n$$

$$= \left( \frac{330}{330 + 50} \right) \times 848.48$$

$$n = 736.84 \text{ Hz}$$

4. ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் V/10 வேகத்தில் ஒருவரையொருவர் நோக்கி நகர்கின்றனர். இங்கு V என்பது ஒலியின் வேகம் ஆகும். ஒலி மூலத்தில் வெளிப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண் 'f' எனில், கேட்குநரால் கேட்கப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண் என்ன?  
தீர்வு: ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் V/10 வேகத்தில் ஒருவரையொருவர் நோக்கி நகரும் போது, தோற்ற அதிர்வெண்ணானது.

$$n' = \left( \frac{v + v_l}{v - v_s} \right) .n$$

$$n' = \left( \frac{v + \frac{v}{10}}{v - \frac{v}{10}} \right) .n$$

$$n' = \frac{11}{9} .f$$

$$= 1.22f$$

5. கேட்குநரால் கேட்கப்படும் தோற்றஅதிர்வெண்ணானது உண்மையான அதிர்வெண்ணில் பாதியாக இருக்கவேண்டுமெனில் ஒலி மூலம் எவ்வளவுவேகத்தில் கேட்குநரைவிட்டுவிலகிச் செல்லவேண்டும்?

தீர்வு: ஒலி மூலமானது, ஓய்வுநிலையில் உள்ளகேட்குநரைவிட்டுவிலகிச் செல்லும் போது, தோற்றஅதிர்வெண்ணிற்கானசமன்பாடு.

$$n' = \left( \frac{v}{v + v_s} \right) .n$$

$$\frac{n}{2} = \left( \frac{v}{v - v_s} \right) .n$$

$$V_s = V$$

டாப்ளர் விளைவுநடைபெறாமல் இருக்கநிபந்தனைகள்:

1. ஒலி மூலம் (S)மற்றும் கேட்குநர் (L) இரண்டும் ஓய்வுநிலையில் இருக்கும் போது,
2. ஒலி மூலம் (S)மற்றும் கேட்குநர் (L)சம இடைவெளியில் நகரும்போது
3. ஒலி மூலம் (S)மற்றும் கேட்குநர் (L)ஒன்றுக்கொன்றுசெங்குத்தாகநகரும்போது,
4. ஒலிமூலமானதுவட்டப்பாதையின் மையப்பகுதியில் அமைந்து,கேட்குநர் வட்டப்பாதையில் நகரும்போது,

டாப்ளர் விளைவின் பயன்பாடுகள்:

1. வாகனம் ஒன்றின் வேகத்தைஅளவிடுதல்:

காவலரின் காரில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் கருவிஒன்றுமின் காந்தஅலையைஉமிழும். இந்தஅலையானதுசாலையில் வேகமாகசெல்லும் வாகனத்தின் மீதுபட்டுஎதிரொளிக்கப்படும். எதிரொளித்தஅலையின் அதிர்வெண்ணில் மாற்றம் ஏற்படும். அந்தஅதிர்வெண்ணின் மாற்றத்தைப் பயன்படுத்திவாகனத்தின் வேகத்தைக் காண இயலும். இதுஅதிவேகவாகனங்களைக் கண்காணிக்கஉதுவுகிறது.

2. துணைக்கோள் ஒன்றின் தொலைவினைக் கணக்கிடுதல்:

துணைக்கோள் ஒன்றுபுவியிலிருந்துவெகுதொலைவிற்குச் செல்லும் போது,அதனால் உமிழப்பட்டரேடியோஅலைகளின் அதிர்வெண் குறையும். அந்தஅதிர்வெண்ணின் மாற்றத்தைப் பயன்படுத்திதுணைக்கோளின் இருப்பிடத்தைக் கண்டறியலாம்.

3. ரேடார் (RADAR - Radio Detection and Ranging):

ரேடாரானதுஅதிர்வெண் மிக்கரேடியோஅலைகளைஆகாயவிமானத்தைநோக்கிஅனுப்பும். எதிரொளித்துவரும் ரேடியோஅலைகளைரேடார் நிலையத்தில் உள்ளஏற்பிக் கண்டறியும் அதிர்வெண்ணில் உள்ளவேறுபாட்டைக் கொண்டுவிமானத்தின் வேகத்தைக் கணக்கிடலாம்.

4. சோனார் (SONAR - Sound Navigation and Ranging):

சோனார் கருவியின் மூலம் நீரில் அனுப்பப்பட்டமற்றும் எதிரொலித்தக் கதிரின் அதிர்வெண் வேறுபாட்டைக் கொண்டு கடல் வாழ் உயிரினங்கள் மற்றும் நீர் முழுகிக் கப்பல்களைக் கண்டறியலாம்.