

# APPOLO STUDY CENTRE

## Heat

6<sup>வா</sup> அறிவியல்

### தொகுதி 2 அலகு - 1 வெப்பம்

#### அறிமுகம்:

- வெப்பம் நாம் அனைவரும் அறிந்ததே. சூரிய ஒளி நம் உடலில் படும்பொழுது நாம் வெப்பத்தை உணர்கிறோம். வெப்பம் நமக்குப் பல வழிகளில் பயன்படுகிறது. வெப்பத்தை உணவு சமைக்கப் பயன்படுத்துகிறோம். பழச்சாறு தயாரிக்கையில் வெப்பத்தைக் குறைக்க பனிகட்டிகளைச் சேர்க்கிறோம். நமக்கு எந்தெந்த மூலங்களில் இருந்து வெப்பம் கிடைக்கிறது என்று நாம் இப்பொழுது காண்போம்.

#### 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 எதனை எரித்துப் பெறப்படுகிறது?

### உராய்தல்:

- உனது இரு உள்ளங்கைகளையும் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்த்து உரசவும். தற்போது உனது உள்ளங்கைகளைக் கன்னத்தில் வைத்துப் பார். எவ்வாறு உணர்கிறாய்? இருபரப்புகள் ஒன்றோடொன்று உராயும்பொழுது வெப்பம் வெளிப்படுகிறது. ஆதிகால மனிதன் ஒரு கற்களை ஒன்றோடொன்று உரசச் செய்து நெருப்பை உருவாக்கினான்.

### மின்சாரம்:

- மின்னோட்டம் ஒரு கடத்தியின் 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 இயங்க வைக்கக்கூடிய ஒரு வகையான ஆற்றல் என நாம் புரிந்துகொள்ளலாம்.
- வெப்பம் என்பது ஒரு பொருளல்ல. அது இடத்தினை ஆக்கிரமிப்பதில்லை. ஒளி, ஒளி மற்றும் மின்சாரத்தினைப் போல இதுவும் ஒரு வகை ஆற்றலாகும்.
- ஒரு பொருளில் அடங்கியுள்ள மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றலே வெப்பம் என அழைக்கப்படுகிறது. வெப்பத்தனி SI அலகு ஜூல் ஆகும். கலோரி என்ற அலகும் வெப்பத்தை அளக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

### சூடான மற்றும் குளிரான பொருட்கள்:

- நமது அன்றாட வாழ்வில் பல்வேறு வகையான பொருள்களை நாம் பார்க்கிறோம். அவற்றில் சில சூடானவை, சில குளிர்ச்சியானவை. எந்தெந்தப் பொருள்கள் மற்றவற்றைவிட அதிக சூடாக இருக்கின்றன என்பதை எவ்வாறு நிர்ணயிப்பது?
- நாம் அருந்தும் அளவிற்குத் தேநீர் சூடாக உள்ளதா? அல்லது பாலானது தயிர் உருவாக்க வேண்டிய அளவுக்குக் குளிர்ச்சியடைந்துள்ளதா? என்பதனை நமது கைகளால் தொட்டுப்பார்த்து உணர்கிறோம். ஆனால் சரியான வெப்பநிலையை உர நமது தொடு உணர்வு நம்பகத்தன்மையுடையது?

வெப்பநிலை:

வெப்பநிலையின் வரையறை

- ❖ ஒரு பொருள் எந்த அளவு வெப்பமாக அல்லது குளிர்ச்சியாக உள்ளது என்பதனை அளவிடும் அளவுக்கு வெப்பநிலை என்று பெயர்.
- ❖ வெப்பநிலையின் SI அலகு கெல்வின் ஆகும். செல்சியஸ், ஃபாரன்ஹீட் போன்றவை பிற அலகுகள் ஆகும். செல்சியஸ் என்பது சென்டிகிரேட் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
- ❖ வெவ்வேறு வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருள்கள் ஒன்றையொன்று தொடும்போது வெப்பமானது எந்தத் திசையில் பாய்கிறது என்பதனை அவற்றின் வெப்பநிலை நிர்ணயிக்கிறது.
- ❖ சாதாரணமாக அறைவெப்பநிலையில் உள்ள நீரின் வெப்பநிலை சுமார்  $30^{\circ}\text{C}$  அளவில் இருக்கும். நீரைச் சூடுபடுத்தும் போது வெப்பநிலை அதிகரித்து, அது  $100^{\circ}\text{C}$  ல் கொதித்து நீராவிாக மாறுகிறது. நீரைக் குளிர்விக்கும் போது வெப்பநிலை குறையத் தொடங்கி  $0^{\circ}\text{C}$  ல் பனிக்கட்டியாக உறைகிறது.

(குறிப்பு  $30^{\circ}\text{C}$  என்பதை 30 டிகிரி செல்சியஸ் அல்லது 30 டிகிரி சென்டிகிரேடு என உச்சரிக்க வேண்டும்)

நீலாவின் கூற்று சரியா?

- A, B என்ற இரு முகவைகளில்  $80^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலை கொண்ட நீர் உள்ளது. A, B முகவைகளிலுள்ள நீரை C என்ற காலி முகவைக்குள் ஊற்றவும். தற்போது முகவை C யின் வெப்பநிலை என்ன? நீலா  $160^{\circ}\text{C}$  எனக் கூறுகிறாள்.

ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள, லிபியாவில், 1922 ம் வருடத்தில் ஒரு நாள், காற்றின் வெப்பநிலையானது  $59^{\circ}\text{C}$  எனக் கணிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அண்டார்ட்டிக் கண்டத்தின் வெப்பநிலைதான் உலகிலேயே மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையாக அளவிடப்பட்டுள்ளது. அது தோராயமாக  $-89^{\circ}\text{C}$  எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. வெப்பநிலை நீரின் உறைநிலைக்குக் குறைவாக இருக்கும் பொழுது எதிர்குறி (-) உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. நீரின் உறைநிலை  $0^{\circ}\text{C}$  எனக் கணக்கிடப்படுகிறது. நீரானது  $0^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையில் பனிக்கட்டியாக மாறுகிறது என்றால்  $89^{\circ}\text{C}$  என்பது எந்த அளவுக்குக் குளிராக இருக்கும் என்பதனை சிந்தித்துப் பார். நமது உடலின் சராசரி வெப்பநிலை  $37^{\circ}\text{C}$  ஆகும். காற்றின் வெப்பநிலை  $15^{\circ}\text{C}$  முதல்  $20^{\circ}\text{C}$  அளவில் இருக்கும்பொழுது நமது உடல் குளிர்ச்சியாக உணர்கிறது.

உனது கிராமம் அல்லது நகரத்தில் குளிர்காலத்தில் இரவு வெப்பநிலை எந்த அளவுக்கு இருக்கும் என்பதனை மதிப்பிடவும்

## வெப்பம் மற்றும் வெப்பநிலை

- வெப்பமும் வெப்பநிலையும் ஒன்றல்ல, அவை இரு மாறுபட்ட காரணிகள்:
  - ❖ வெப்பநிலையானது ஒரு பொருளிலுள்ள அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகள் எவ்வளவு வேகத்தில் இயங்குகின்றன அல்லது அதிர்கின்றன என்பதைப் பொறுத்தது.
  - ❖ வெப்பமானது வெப்பநிலையை மட்டுமல்ல, ஒரு பொருளில் எவ்வளவு மூலக்கூறுகள் உள்ளன என்பதையும் பொறுத்தது.
  - ❖ வெப்பநிலையானது மூலக்கூறுகளின் சராசரி இயக்க ஆற்றலைக் குறிப்பிடும் ஓர் அளவீடு. வெப்பமானது அப்பொருளில் அடங்கியுள்ள மூலக்கூறுகளின் மொத்த இயக்க ஆற்றலைக் குறிப்பிடும் ஓர் அளவீடு.
  - ❖ வெப்ப ஆற்றலை நாம் கலோரியில் அளவிடலாம். ஒரு கிராம் நீரின் வெப்பநிலையை ஒரு டிகிரி சென்டிகிரேட் உயர்த்தப்படும் வெப்ப அளவு ஒரு கலோரி ஆகும்.

## வெப்பம் பரவுதல் நீர்மட்டமும், வெப்பநிலையும் ஓர் ஒப்பீடு:

- வெப்பநிலையானது வெப்ப ஆற்றல் பாயும் திசையை நிர்ணயிக்கிறது என்பதை நாம் அறிவோம். நீர் உயரமான பகுதியிலிருந்து தாழ்வான பகுதிக்குப் பாய்வதைப்போல, வெப்ப ஆற்றலானது உயர்ந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளிலிருந்து, குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளுக்குக் கடத்தப்படுகிறது.
- நீரானது உயரமான இடத்திலிருந்து பள்ளத்தை நோக்கிப் பாயும். அது எந்தப்பக்கம் நீர் அதிகமாக உள்ளது. எந்தப்பக்கம் நீர் குறைவாக உள்ளது என்பதைப் பொறுத்தல். அது குட்டையிலிருந்து பெரிய நீர்த்தேக்கத்துக்கும் பாயலாம், அல்லது நீர்த்தேக்கத்திலிருந்து குட்டையை நோக்கியும் பாயலாம். நீர் மட்டமே நீர்பாயும் திசையைத் தீர்மானிக்கிறது.
- நீர்மட்டம் நீர்பாயும் திசையைத் தீர்மானிப்பது போல, பொருள்களின் வெப்பநிலை, வெப்ப ஆற்றல் பாயும் திசையைத் தீர்மானிக்கிறது.
- A, B என்ற இரு பொருட்களைக் கருவ்வோம். A யின் வெப்பநிலை அதிகமாகவும் B யின் வெப்பநிலை குறைவாகவும் உள்ளது. A மற்றும் B யை ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்புக்கு கொண்டு வரும்பொழுது, வெப்பமானது வெப்பப்பொருள் A யிலிருந்து குளிர்ப்பொருள் B க்குப் பாய்கிறது. இரண்டு பொருள்களும் ஒரே வெப்பநிலைக்கு வரும் வரை வெப்பம் தொடர்ந்து பரிமாற்றம் செய்யப்படும்.

வெப்பநிலை, வெப்பம் பாயும் திசையைத் தீர்மானிக்கிறது.

1. நீ ஒரு சூடான காப்பிக் குடுவையைக் கையில் பிடித்துள்ளாய். வெப்ப ஆற்றல்,

2. உன் உடலிலிருந்து காப்பிக்குச் செல்கிறதா? அல்லது
3. காப்பியிலிருந்து உன் உடலுக்குப் பாய்கிறதா?

- ஒரு கோடை நாளில் நீ வெளியில் நிற்கிறாய். வெளி வெப்பநிலையானது 40°C அளவில் உள்ளது (மனித உடலின் சராசரி வெப்பநிலை 37°C) வெப்ப ஆற்றலானது.

1. உன் உடலிலிருந்து காற்று மூலக்கூறுகளுக்குப் பாய்கிறதா?
2. காற்று மூலக்கூறுகளிலிருந்து உனது உடலுக்குப் பாய்கிறதா?

- நீ ஒரு குளிர்கால நாளில் வெட்ட வெளியில் நிற்கிறாய். வெளி வெப்பநிலையானது 23°C அளவில் உள்ளது. வெப்ப ஆற்றலானது

  1. உன் உடலிலிருந்து காற்று மூலக்கூறுகளுக்குப் பாய்கிறதா? அல்லது
  2. காற்று மூலக்கூறுகளிலிருந்து உன் உடலுக்குப் பாய்கிறதா?

- ஒரு பொருள் மற்றொரு பொருளின் வெப்பநிலையை பாதிக்குமானால் அவை இரண்டும் வெப்பத்தொடர்பில் உள்ளன எனலாம். வெப்பத்தொடர்பில் உள்ள இருபொருட்களின் வெப்பநிலையும் சமமாக இருந்தால் அவை வெப்பச்சமநிலையில் உள்ளன எனப்படுகிறது. இரு பொருட்கள் வெப்பச்சமநிலையில் உள்ளபோது ஒன்றின் வெப்பநிலை மற்றொன்றை பாதிப்பதில்லை.

- 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 மூடியில் ஊற்றச் சொல்கிறார். சாம் அவ்வாறே செய்கிறான் ஆகா! ஜாடி எளிதில் திறந்து விட்டதே!

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

ஒரு தகரடப்பாவில் ஆணியை அடிக்கவும், ஆணியை வெளியில் எடுக்கவும். ஆணியைச் திரும்பச் செலுத்தித் துளையானது ஆணி புகும் 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 வெப்பப்படுத்தும்பொழுது அது விரிவடைவதை அப்பொருளின் வெப்ப விரிவடைதல் என்கிறோம்.

### நீள் மற்றும் பரும விரிவு:

- 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 பற்றிநாம் 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. குளிர்நீர்வழி 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.

**கணக்கீடுகள்:**

1. நான் ஒரு முகவையில் ஒரு லிட்டர் நீரினை எரிவாயு அடுப்பில் வைத்து வெப்பப்படுத்தும் போது அது ஐந்து நிமிடங்களில் கொதிநிலையை அடைந்தது. எனது நண்பன் அரை லிட்டர் நீரினை மின்சார அடுப்பில் வைத்து வெப்பப்படுத்தினான். அதுவும் சரியாக ஐந்து நிமிடங்களில் கொதிநிலையை அடைந்தது.  
எது ஐந்து நிமிடங்களில் அதிக வெப்பத்தைத் தந்தது?  
1. எரிவாயு அடுப்பு 2. மின்சார அடுப்பு  
எத்தனை மடங்கு அதிகம் என்று கூற முடியுமா?
2. ஒரு லிட்டர் நீரை  $30^{\circ}\text{C}$  இல் இருந்து  $31^{\circ}\text{C}$  க்கு மாற்றத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றல் ஒரு கலோரி என்றால், ஒரு லிட்டர் நீரை  $30^{\circ}\text{C}$  இல் இருந்து  $25^{\circ}\text{C}$  க்கு மாற்றத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றல் எவ்வளவு?

**நினைவில் கொள்க:**

- ❖ நமது முதன்மை வெப்ப ஆற்றல் மூலம் சூரியனாகும். எரித்தல், உராய்வு மற்றும் மின்சாரம் போன்றவற்றின் மூலமும் நாம் வெப்ப ஆற்றலைப் பெறுகிறோம்.
- ❖ பொருட்களை வெப்பப்படுத்தும்போது அதில் உள்ள மூலக்கூறுகளில் இந்த அதிர்வும், இயக்கமும் அதிகரிக்கின்றன. அதோடு பொருளின் வெப்பநிலையும் உயர்கிறது.
- ❖ ஒரு பொருளில் அடங்கியுள்ள மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றலே வெப்பம் என அழைக்கப்படுகிறது.
- ❖ வெப்பத்தின் SI அலகு ஜூல் ஆகும்.
- ❖ ஒரு பொருள் எந்த அளவு வெப்பமாக அல்லது குளிர்ச்சியாக உள்ளது என்பதனை அளவிடும் அளவுக்கு வெப்பநிலை என்று பெயர்.
- ❖ வெப்பநிலையின் SI அலகு கெல்வின் ஆகும்.
- ❖ வெவ்வேறு வெப்பநிலையில் உள்ள இருபொருட்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பாது வெப்பமானது எந்தத் திசையில் பாய்கிறது என்பதனை அவற்றின் வெப்பநிலை நிர்ணயிக்கிறது.
- ❖ ஒரு பொருள் மற்றொன்றின் வெப்பநிலையை பாதிக்குமானால் அவை வெப்பத் தொடர்பில் உள்ளன எனலாம்.
- ❖ வெப்பத் தொடர்பில் உள்ள இருபொருள்களின் வெப்பநிலையும் சமமாக இருந்தால் அவை வெப்பச்சமநிலையில் உள்ளன எனலாம்.



- ❖ பொருள்கள் வெப்பப்படுத்தும்பொழுது விரிவடைந்து குளிர்விக்கும் பொழுது சுருக்கமடைகின்றன. ஒரு பொருளை வெப்பப்படுத்தும்பொழுது அது விரிவடைவதை அப்பொருளின் வெப்பவிரிவடைதல் என்கிறோம்.
- ❖ ஒரு திண்மப் பொருளுக்கு குறிப்பிட வடிவம் உள்ளது. எனவே அதைச் சூடுபடுத்தும்பொழுது அது எல்லா பக்கங்களிலும் விரிவடைகிறது. அதாவது அதன் நீளம், பரப்பளவு, கன அளவு போன்றவை விரிவடைகின்றன.

\*\*\*\*\*



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

அறிமுகம்:

- வெளிப்புறம் குளிர்ச்சியாக உள்ளபோது நமது உடல் குளிரால் நடுங்குகிறது. இதேபோல் வெளிப்புறம் வெப்பமாக உள்ளபோது நமக்கு வியர்க்கிறது. இக்குளிர்ச்சியினையும் வெப்பத்தினையும் நீங்கள் எவ்வாறு துல்லியாக அளவீடுவீர்கள்?
- நமது அன்றாட வாழ்வின் பல நிகழ்வுகளில் வெப்பநிலையானது முக்கிய பங்காற்றுகிறது. உதாரணமாக நமது உடல் இயக்க செயல்பாடுகள், காலநிலை மற்றும் உணவு சமைத்தல் போன்ற பல நிகழ்வுகள் வெப்பநிலையினை பொருத்து மாறுபடுகின்றன. ஒரு பொருளின் வெப்பம் அல்லது குளிர்ச்சியின் அளவீடு வெப்பநிலை என அழைக்கப்படுகிறது.
- ஒரு பொருளில் உள்ள துகள்களின் சராசரி இயக்க ஆற்றலின் மதிப்பே வெப்பநிலை ஆகும். வெப்பநிலையானது ஒரு பொருளில் உள்ள அணுக்கள் எவ்வளவு வேகமாக இயங்குகின்றன. என்பதோடு தொடர்புடையதாகும்.

வெப்பநிலையின் அலகுகள்:

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

பாரன்ஹீட் :

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

கெல்வின்:

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

**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 அதிக வேகத்தில் 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 மாற்று வழிமுறைகளைப் 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 அறிந்துகொள்ளலாம். வெப்பநிலைமானியில் உள்ள திரவமானது வெப்பப்படுத்தும் போது விரிவடைகிறது. குளிர்ச்சி அடையும் போது சுருங்குகிறது. இதன் மூலம் வெப்பநிலையானது அளவிடப்படுகிறது. திண்மம் மற்றும் திரவங்களில் வெப்பத்தினால் ஏற்படும் விளைவுகளை நாம் வாயுக்களிலும் காணமுடியும்.

**வெப்பநிலைமானி**

- வெப்பநிலையினை அளக்க 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 அவை திரவ நிலையிலேயே தொடர்ந்து காணப்படுகின்றன. மேலும் சிறிய அளவில் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாறுபாடும் அத்திரவங்களின் கன அளவில் மாற்றத்தினை ஏற்படுத்தக்கூடியதாக உள்ளது.
- வெப்பநிலைமானியில் உள்ள திரவங்களின் கன அளவில் ஏற்படும் இம்மாற்றத்தினை அளப்பதன் மூலம் நாம் வெப்பநிலையினை அளவிடுகிறோம்.

### பாதரசத்தின் பண்புகள்:

- ❖ பாதரசம் சீராக விரிவடைகிறது. (ஒரே அளவு வெப்ப மாற்றத்திற்கு அதன் நீளத்தில் ஏற்படும் மாற்றமும் ஒரே அளவுடையதாக இருக்கிறது)
- ❖ இது ஒளி ஊடுருவாதது மற்றும், பளபளப்பானது.
- ❖ இது கண்ணாடி குழாயின் சுவர்களில் ஒட்டாது
- ❖ இது வெப்பத்தினை நன்கு கடத்தக்கூடியது.
- ❖ இது அதிக கொதிநிலையும் (357°C) குறைந்த உறைநிலையும் (-39°C) கொண்டது. எனவே அதிக நெடுக்கத்தினாலான வெப்பநிலைகளை அளக்க பாதரசம் பயன்படுகிறது.

### ஆல்கஹாலின் பண்புகள்:

- ❖ ஆல்கஹால் -100°C க்கும் குறைவான உறைநிலையை கொண்டுள்ளது. எனவே மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளை அளக்க பயன்படுகிறது.
- ❖ ஒரு டிகிரி செல்சியஸ் வெப்பநிலை உயர்விற்கு இதன் விரிவடையும் தன்மை அதிகமாகும்.
- ❖ இதனை அதிக அளவிற்கு வண்ணமுட்ட முடியும். ஆதலால், கண்ணாடி குழாய்க்குள் இத்திரவத்தினை தெளிவாக காண இயலும்.

### வெப்பநிலைமானியின் வகைகள்:

- காற்று, உடல் வெப்பநிலை, உணவு மற்றும் பல பொருள்களின் வெப்பநிலைகளை அளக்க நாம் பல்வேறு வகையான வெப்பநிலைமானிகளை பயன்படுத்துகிறோம். அவற்றுள் மருத்துவ வெப்பநிலைமானியும், ஆய்வக வெப்பநிலைமானியும் பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் வெப்பநிலைமானிகளாகும்.

### மருத்துவ வெப்பநிலைமானி:

- இவ்வகை வெப்பநிலைமானியானது வீடுகள், மருத்துவமனைகள் போன்ற இடங்களில் மனித உடலின் வெப்பநிலையை அளக்க பயன்படுகிறது. மருத்துவ வெப்பநிலைமானிகளின் குழாயினில் ஒரு குறுகிய வளைவு காணப்படுகிறது. இக் குறுகிய வளைவானது வெப்பநிலைமானியை நோயாளியின் வாயிலிருந்து எடுத்தவுடன் பாதரசமானது மீண்டு குமிழிக்குள் செல்வதைத் தடுக்கிறது. எனவே நம்மால் வெப்பநிலையை எளிதாக குறித்துக்கொள்ள 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.

- மருத்துவ வெப்பநிலைமானியினை பயன்படுத்தும்போது மேற்கொள்ள வேண்டிய முன்னெச்சரிக்கை நடவடிக்கைகள்
  - ❖ வெப்பநிலைமானியினைப் பயன்படுத்துவதற்கு முன்பும் பின்பும் கிருமிநாசினி திரவத்தினால் நன்கு கழுவ வேண்டும்.
  - ❖ பாதரச மட்டத்தினை கீழே கொண்டு வருவதற்காக வெப்பநிலைமானியை ஒரு சில முறை உதற வேண்டும்.
  - ❖ அளவிடத் தொடங்கும் முன் பாதரச மட்டமானது 35°C அல்லது 94°F கீழ் இருக்க வேண்டும்.
  - ❖ வெப்பநிலைமானியின் குமிழ் பகுதியில் வெப்பநிலைமானியை பிடிக்கக் கூடாது.
  - ❖ உங்கள் கண்ணிற்கு நேராக பாதரச மட்டத்தினை வைத்து பிறகு அளவீட்டினை எடுக்க வேண்டும்.
  - ❖ வெப்பநிலைமானியினைக் கவனமாக கையாள வேண்டும். கடினமான பரப்பில் வெப்பநிலைமானி மோதினால் அது உடைந்துவிடக்கூடும்.
  - ❖ வெப்பநிலைமானியினை எரியக்கூடிய பொருள்களுக்கு அருகிலோ அல்லது நேரடியாக சூரிய ஒளியின் கீழோ வைக்கக்கூடாது.

#### ஆய்வக வெப்பநிலைமானி:

- ஆய்வக வெப்பநிலைமானியானது பள்ளியில் அல்லது பிற ஆய்வகங்களில் அறிவியல் ஆய்வுகளுக்காக வெப்பநிலையினை அளக்க பயன்படுகிறது. தொழிற்சாலைகளிலும் ஆய்வக வெப்பநிலைமானி பயன்படுத்தப்படுகிறது. மருத்துவ வெப்பநிலைமானியைக் காட்டிலும் அதிக மதிப்பு கொண்ட வெப்பநிலையினை அளக்க இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வகை வெப்பநிலைமானியின் கண்ணாடி தண்டும், குமிழும் மருத்துவ வெப்பநிலைமானியைக் காட்டிலும் பெரியதாகும். மேலும் இதில் குறுகிய வளைவு காணப்படுவதில்லை. ஆய்வக வெப்பநிலைமானியானது – 10°C முதல் 110°C வரையிலான செல்சியஸ் அளவுகோலினைக் கொண்டுள்ளது.
- ஆய்வக வெப்பநிலைமானியினை பயன்படுத்தும்போது மேற்கொள்ள வேண்டிய முன்னெச்சரிக்கை நடவடிக்கைகள்:
  - வெப்பநிலையினை அளவிடும்போது வெப்பநிலைமானியினை சாய்க்காமல் நேராக வைக்க வேண்டும்.

மருத்துவ வெப்பநிலைமானிக்கும் ஆய்வக வெப்பநிலைமானிக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடுகள்:

மருத்துவ வெப்பநிலைமானி	ஆய்வக வெப்பநிலைமானி
மருத்துவ வெப்பநிலைமானியானது 35°C முதல் 42°C வரை அல்லது 94°F முதல் 108°F வரை அளவீட்டினைக் கொண்டுள்ளது.	ஆய்வக வெப்பநிலைமானியானது பொதுவாக -10°C முதல் 110°C வரை அளவிடப்பட்டிருக்கும்
பாதரச மட்டமானது தானாகவே கீழ் இறங்காது. அதில் உள்ள குறுகிய வளைவானது பாதரச மட்டத்தினை கீழ் இறங்காமல் பாதுகாக்கிறது.	குறுகிய வளைவு இல்லாத காரணத்தினால் பாதரச மட்டமானது தானாகவே கீழ் இறங்கிவிடும்
பாதரசத்தினை கீழ் கொண்டு வர வெப்பநிலைமானியினை உதற வேண்டும்.	பாதரச மட்டத்தினை கீழே கொண்டுவர வெப்பநிலைமானியினை உதற வேண்டியதில்லை.
இது உடல் வெப்பநிலையினை அளக்க பயன்படுகிறது.	இது ஆய்வகத்தில் பல்வேறு பொருள்களின் வெப்பநிலையை அளக்க பயன்படுகிறது.

- எப்பொருளின் வெப்பநிலையினை அளக்க வேண்டுமோ அப்பொருளானது முழுவதும் வெப்பநிலைமானியின் குமிழினை அனைத்து பக்கங்களிலும் சூழ்ந்து உள்ள போது மட்டுமே அளவீட்டினை எடுக்க வேண்டும்.

மனிதர்கள் வெவ்வேறு உடல் வெப்பநிலையினை பெற்றுள்ள போதிலும் அவர்களின் சராசரி உடல் வெப்பநிலை 37°C (98.6°F) ஆகும். மேலும் ஒவ்வொருவரும் ஒரே மதிப்பிலான வெப்பநிலையினை நாள் முழுவதும் பெற்று இருப்பதில்லை. நாம் செய்யும் வேலைகளுக்கு ஏற்பவும் புற சூழலுக்கு ஏற்றாற் போலவும் நமது உடல் வெப்பநிலையானது நாள் முழுவதும் சிறிது உயர்வதும் தாழ்வதும் உள்ளது.

**டிஜிட்டல் வெப்பநிலைமானி:**

- பாதரச வெப்பநிலைமானியினை பயன்படுத்துவதில் நடைமுறையில் சில சிக்கல்கள் காணப்படுகின்றன. பாதரசம் நச்சுத் தன்மை வாய்ந்தது. மேலும் வெப்பநிலைமானியானது உடைந்துவிட்டால் பாதரசத்தினை அப்புறப்படுத்துவதும் கடினமாகும். இன்றைய காலகட்டங்களில் பாதரசத்தினை பயன்படுத்தாத டிஜிட்டல் வெப்பநிலைமானியானது பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது நமது உடலில் இருந்து வெளியேறும் வெப்பத்தினை நேரடியாக அளக்கக்கூடிய ஓர் உணர்வியினை கொண்டுள்ளது. இதன்மூலம் நாம் உடலின் வெப்பநிலையினை அளக்க முடியும்.

**கவனிக்கவும்**

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

**உங்கள் உடலின் வெப்பநிலையினை கண்கிடுதல்:**

கிருமிநாசினி திரவத்தினைக் கொண்டு முதலில் உங்களின் வெப்பநிலைமானியினை கழுவிக்கொள்ளவும். வெப்பநிலைமானியின் முனையினை நன்கு கையில் பிடித்துக்கொண்டு சிலமுறை உதறவும். இதன் மூலம் பாதரசமானது கீழ்மட்டத்திற்கு 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 அளவீடு உங்கள் உடலின் வெப்பநிலையினை குறிக்கும். உங்கள் உடலின் வெப்பநிலை எவ்வளவு?

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

**வெப்பநிலைமானியில் பயன்படுத்தப்படும் அளவீடுகள்:  
செல்சியஸ் அளவீடு முறை**

- சுவீடன் நாட்டு வானியலாளர் ஆண்ட்ரஸ் செல்சியஸ் என்பவரின் பெயரினால் 1742 முதல் இந்த அலகீட்டு முறையானது

**ஆய்வக வெப்பநிலைமானியினைப் பயன்படுத்துதல்:**

- ❖ ஒரு பீக்கரில் நீரினை எடுத்துக் கொள்ளவும்.
- ❖ ஆய்வக வெப்பநிலைமானியினை எடுத்துக்கொண்டு 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 உற்று நோக்கவும். அது நிலைத்தன்மையினை அடைந்தவுடன் அளவீட்டினை எடுக்கவும்.
- ❖ சூடான நீரினைப் பன்படுத்தி சோதனையினை திரும்பச் செய்யவும்

**டிஜிட்டல் வெப்பநிலைமானியினை பயன்படுத்துதல்:**

1. வெப்ப நிலைமானியின் முனையினை கிருமிநாசினி கொண்டு சுத்தம் செய்யவும் (சூடான நீரினை பயன்படுத்த வேண்டாம்)
2. "ON" பொத்தானை அழுத்தவும்.

3. வெப்பநிலைமானியின் முனையினை வாய்ப்பகுதி, நாக்கின் அடியில், அல்லது தோள்பட்டையின் அடியில் என ஏதாவதொரு இடத்தினில் வைக்கவும்.
  4. அதே நிலையில் வெப்பநிலைமானியினை பீப் என்ற ஓசை வரும்வரை வைத்திருக்கவும். (ஏறத்தாழ 30 விநாடிகள்)
  5. திரையில் தெரியும் வெப்பநிலையினை குறித்துக் கொள்ளவும்
  6. வெப்பநிலைமானியினை அணைத்துவிட்டு, நீரினைக் கொண்டு கழுவி பாதுகாப்பாக வைக்கவும்.
- செல்சியஸ் என அழைக்கப்படுகிறது. அதற்கு முன்னால் இந்த அளவீட்டு முறை சென்டிகிரேடு என அழைக்கப்படுகிறது. இவ்வகை வெப்பநிலைமானியின் அளவுகோலானது நீரின் உறைநிலை வெப்பநிலையினை ( $0^{\circ}\text{C}$ ) ஆரம்ப மதிப்பாகவும் நீரின் கொதிநிலை வெப்பநிலையினை ( $100^{\circ}\text{C}$ ) இறுதி மதிப்பாகவும் கொண்டு அளவிடப்பட்டுள்ளது. கிரேக்க மொழியில் சென்டம் என்பது 100 என்ற மதிப்பினையும் கிரேடஸ் என்பது படிகள் என்பதையும் குறிக்கும். இவ்விரண்டு வார்த்தைகளும் இணைந்து சென்டிகிரேடு என்ற வார்த்தை உருவானது.

#### பாரன்ஹீட் அளவீட்டு முறை:

- மனித உடலின் வெப்பநிலையினை அளக்க பாரன்ஹீட் அளவீட்டு முறை பொதுவாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஜெர்மன் மருத்துவர் டேனியல் கேப்ரியல் பாரன்ஹீட் என்பவரின் பெயரினால் இவ்வளவீட்டு முறை அழைக்கப்படுகிறது. பாரன்ஹீட் அளவீட்டு முறையில் நீரின் உறைநிலை  $32^{\circ}\text{F}$  மற்றும் நீரின் கொதிநிலை  $212^{\circ}\text{F}$  என எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. எனவே பாரன்ஹீட் வெப்பநிலைமானியின் அளவு கோலானது  $32^{\circ}\text{F}$  லிருந்து  $212^{\circ}\text{F}$  வரை அளவிடப்பட்டுள்ளது.

#### கெல்வின் அளவீட்டு முறை:

வில்லியம் லார்டு கெல்வின் என்பவரின் பெயரினால் இவ்வளவீட்டு முறை

#### பெரும் சிறும வெப்பநிலைமானி:

ஒரு நாளின் அதிகபட்ச மற்றும் குறைந்தபட்ச வெப்பநிலையினை அளக்கப் பயன்படும் வெப்பநிலைமானியானது பெரும் சிறும வெப்பநிலைமானி என அழைக்கப்படுகிறது.

- அழைக்கப்படுகிறது. இது வெப்பநிலையினை அளக்கக்கூடிய SI அளவீட்டு முறையாகும். இந்த அலகு முறையானது K என்ற எழுத்தினால் குறிக்கப்படுகிறது. தனிச் சுழி வெப்பநிலையில் இருந்து இதன் அளவீட்டு முறையின் மதிப்புகள் தொடங்குவதால் தனிச்சுழி வெப்பநிலைமானி எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.



**எண் கணக்கீடுகள் தீர்க்கப்பட்ட கணக்குகள்**

- 68° கு வெப்பநிலை மதிப்பினை செல்சியஸ் மற்றும் கெல்வின் மதிப்பிற்கு மாற்றுக.

கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை

வெப்பநிலையின் மதிப்பானது பாரன்ஹீட்டில் = F = 68, செல்சியஸ் அளவீட்டு முறையில் வெப்பநிலையின் மதிப்பு = C = ?

கெல்வின் அளவீட்டு முறையில் 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 உள்ள தொடர்பும், கெல்வின் அளவீட்டிற்கும் செல்சியஸ் அளவீட்டிற்கும் உள்ள தொடர்பும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

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

மூன்று முதன்மையான வெப்பநிலை அளவீட்டு முறைகளில் சில பொருள்களின் வெப்பநிலைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

வெப்பநிலை	செல்சியஸ் அளவீடு (K)	பாரன்ஹீட் அளவீடு (°C)	கெல்வின் அளவீடு (°F)
நீரின் கொதிநிலை	100	212	373.15
நீரின் உறைநிலை	0	32	273.15
மனித உடலின் சராசரி வெப்ப நிலை	37	98.6	310.15
அறை வெப்ப நிலை (சராசரி)	72	23	296.15

உலகின் பெரும்பான்மையான மனிதர்கள் அன்றாட வாழ்வில் வெப்பநிலைகளை அளக்க செல்சியஸ் அளவீட்டு முறையினை பயன்படுத்துகின்றனர். கெல்வின் அளவீட்டு முறையானது தனிச்சுழி அளவீட்டு முறை மட்டும் அல்ல. 1°C வெப்பநிலை மாற்றம் ஏற்பட்டால் 1 K வெப்பநிலை மாறுபாடு ஏற்படும் வகையில் கெல்வின் அளவீட்டு முறை வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் மூலம் 273.15 என்ற மதிப்பினை செல்சியஸ் அளவீட்டுடன் கூட்டுவதன் மூலமாகவோ அல்லது கழிப்பதன் மூலமாகவோ நாம் மிக எளிமையாக செல்சியஸ் அளவீட்டு

முறையினை தனிச்சூழி அளவீட்டு (கெல்வின்) முறைக்கு மாற்றிக்கொள்ள இயலும். ஆனால் ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் பாரன்ஹீட் அளவீட்டு முறையினை பயன்படுத்துகின்றனர். பாரன்ஹீட் அளவீட்டு முறையினை தனிச்சூழி (கெல்வின்) அளவீட்டு முறைக்கு மாற்றுவது எளிமையானதாக இல்லை.

இதனை சரிசெய்ய அவர்கள் ரான்கீன் அளவீட்டு முறையினை பயன்படுத்துகின்றனர். கிளாஸ்கோ பல்கலைக்கழகத்தின் பொறியியலாளர் மற்றும் இயற்பியலாளரான ரான்கீன் 1859 ஆம் ஆண்டு இம்முறையினை அறிமுகப்படுத்தினார். இது தனிச்சூழி அளவீட்டு முறையாகும். மேலும்  $1^{\circ}\text{R}$  ல் ஏற்படும் மாற்றம்  $1^{\circ}\text{F}$  க்கு சமமாகும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே பாரன்ஹீட் அளவீட்டு முறையினை பயன்படுத்துபவர்களுக்கு தனிச்சூழி அளவீட்டு முறை தேவைப்பட்டால் அவர்கள்  $R = F + 459.67$  என்ற வாய்ப்பாட்டினை பயன்படுத்தி ரான்கீன் முறைக்கு மதிப்பினை எளிமையாக மாற்றிக் கொள்ள இயலும்.

எனவே செல்சியஸ் மதிப்பில் வெப்பநிலை =  $20^{\circ}\text{C}$   
கெல்வின் வெப்பநிலை =  $293.15\text{ K}$

2. எந்த வெப்பநிலையில் செல்சியஸ் மற்றும் பாரன்ஹீட் அளவீடுகள் ஒரே மதிப்பினை கொண்டிருக்கும்.

கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை செல்சியஸ் மற்றும் பாரன்ஹீட் மதிப்புகள் சமமாகும். அதாவது

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

(or)

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

$$(C-32) \times 5 = C \times 9$$

$$5C - 160 = 9C$$

$$4C = -160$$

$$C = F = -40$$

செல்சியஸ் மற்றும் பாரன்ஹீட் அளவீட்டில் சமமான வெப்பநிலையின் மதிப்பு = -40

கொடுக்கப்பட்டுள்ள வெப்பநிலைகளை மாற்றி அமைக்கவும்.

1.  $45^{\circ}\text{C}$  = .....  $^{\circ}\text{F}$
2.  $20^{\circ}\text{C}$  = .....  $^{\circ}\text{F}$
3.  $68^{\circ}\text{F}$  = .....  $^{\circ}\text{C}$
4.  $185^{\circ}\text{F}$  = .....  $^{\circ}\text{C}$
5.  $0^{\circ}\text{C}$  = .....  $\text{K}$
6.  $-20^{\circ}\text{C}$  = .....  $\text{K}$
7.  $100\text{K}$  = .....  $^{\circ}\text{C}$

8. 27215K = .....°C

நினைவில் கொள்க.

1. ஒரு பொருளின் வெப்பத்தினையும் குளிர்ச்சியையும் அளவிடுவதையே நாம் வெப்பநிலை என அழைக்கிறோம்.
2. வெப்பநிலையினை அளக்க மூன்று வகையான அலகுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை : டிகிரி செல்சியஸ், பாரன்ஹீட் மற்றும் கெல்வின் ஆகும்.
3. வெப்பநிலையின் SI அலகு கெல்வின் (K) ஆகும்.
4. வெப்பநிலைமானியில் உள்ள திரவமானது வெப்பப்படுத்தும் போது விரிவடைகிறது, குளிர்ச்சி அடையும் போது சுருங்குகிறது. திரவத்தின் இப்பண்பானது வெப்பநிலைமானியில் வெப்பநிலையினை அளக்கப் பயன்படுகிறது.
5. பாரன்ஹீட், கெல்வின் மற்றும் செல்சியஸ் அளவீடுகளுக்கு இடையே உள்ள தொடர்பு

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

$$K = 273.15 + C$$

## 8th அறிவியல் தொகுதி – II அலகு – 1 வெப்பம்

### அறிமுகம்:

- நம்மைச் சுற்றியுள்ள அனைத்துப் பொருள்களும் அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளால் ஆனவை. இந்த அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகள் எப்பொழுதும் அதிர்வுறும் இயக்கத்தில் உள்ளன. இந்த இயக்கத்தின் மூலம் அவை ஒரு வகை ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. அதுவே வெப்ப ஆற்றல் எனப்படுகிறது. இந்த வெப்ப ஆற்றல் வெப்பமான பொருளிலிருந்து குளிர்ச்சியான பொருளுக்கு அல்லது ஒரு பொருளின் வெப்பமான பகுதியிலிருந்து குளிர்ச்சியான பகுதிக்குப் பரவுகிறது. ஒரு பொருளுக்கு வழங்கப்படும் வெப்ப ஆற்றல் அதிலுள்ள அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளின் ஆற்றலை அதிகரிக்கின்றது.
- எனவே அவை மேலும் அதிர்வுறத் தொடங்குகின்றன. அதிர்வுறும் இந்த அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகள் அருகிலுள்ள பிற அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளின் மீது அதிர்வினை ஏற்படுத்துகின்றன. எனவே வெப்ப ஆற்றலானது பொருளின் ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்குப் பரவுகிறது. இந்த வெப்ப ஆற்றலானது பொருள்களில் பல மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றது. இதனை நமது அன்றாட வாழ்வில் நாம் காணமுடியும். இதைப்பற்றி இப்பாடத்தில் பயில இருக்கிறீர்கள். மேலும் வெப்ப கடத்தப்படுதல் மற்றும் வெப்பநிலை மாற்றத்தை அளவிடுதல் ஆகியவற்றைப் பற்றியும் கற்க இருக்கிறீர்கள்.

### வெப்ப ஆற்றலினால் ஏற்படும் விளைவுகள்:

- ஒரு பொருளிற்கு வெப்ப ஆற்றலை அளிக்கும் போது, அது அப்பொருளில் பல மாற்றங்களை உண்டாக்குகிறது. மூன்று முக்கியமான மாற்றங்களை நாம் அன்றாட வாழ்வில் நாம் காணலாம். அவையாவன,
  1. விரிவடைதல்
  2. வெப்பநிலை உயர்வு
  3. நிலை மாற்றம்

### விரிவடைதல்:

ஒரு உலோகப்பந்து மற்றும் அதற்குப் பொருத்தமான விட்டமுடைய ஒரு உலோக வளையத்தினை எடுத்துக் கொள்ளவும். அப்பந்தினை அந்த வளையத்திற்குள் செலுத்தவும். உலோகப்பந்தானது உலோக வளையத்திற்குள் எளிதாகச் செல்வதை உங்களால் காணமுடியும். அதனை சிறிது நேரம் அவ்வளையத்தின் மீது வைக்கவும். சில நிமிடங்களில் பந்து வளையத்திலிருந்து கீழே விழுவதைக் 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 இருப்பதை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். அது ஏன் என்று தெரியுமா? இரும்பினால் செய்யப்பட்ட தண்டவாளங்கள் கோடை காலங்களில் வெப்பத்தின் தாக்கத்தினால் விரிவடைகின்றன. ஆனால் அவ்வாறு விரிவடையும் போது தண்டவாளத்தில் இடைவெளி விடப்பட்டு உள்ளதால் எந்தவித பாதிப்பும் அதில் ஏற்படுவதில்லை.

- விலக்கித் தள்ளுகின்றன. இதனால் பந்தானது விரிவடைகிறது. எனவே, அது உலோக வளையத்திற்குள் நுழையவில்லை. சிறிது நேரத்தில் வெப்ப ஆற்றலை சுற்றுப்புறத்திற்கு அளிப்பதால் அப்பந்து தனது பழைய நிலைக்கு மீண்டும் வருகிறது. எனவே வளையத்திற்குள் நுழைகிறது. இதிலிருந்து திடப்பொருள்களை வெப்பப்படுத்தும் போது அவை விரிவடைகின்றன என்பதை நாம் அறியமுடிகிறது. இந்த விரிவு திரவம் மற்றும் வாயுக்களிலும் ஏற்படுகிறது. ஆனால், வாயுக்களில் இது அதிகமாக இருக்கும்.

### வெப்பநிலை உயர்வு:

- முகவையில் உள்ள நீரை வெப்பப்படுத்தும் போது, நீரில் உள்ள அணுக்கள் வெப்ப ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. இந்த வெப்ப ஆற்றல் நீர் மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றலை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. நீர் மூலக்கூறுகள் அதிக ஆற்றலைப் பெறும்பொழுது அவற்றின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. இதிலிருந்து, வெப்ப ஆற்றல் ஒரு பொருளில் வெப்பநிலை உயர்வை ஏற்படுத்துகிறது என்பதை அறிய முடிகிறது.
- பனிக்கட்டியில் உள்ள நீர் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயான கவர்ச்சி விசை அதிகமாக உள்ளது. எனவே அவை மிகவும் நெருக்கமாக உள்ளன. பனிக்கட்டியை வெப்பப்படுத்தும் போது நீர் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயான கவர்ச்சி விசை குறைவதால் பனிக்கட்டி உருகி நீராக மாறுகிறது. நீரை வெப்பப்படுத்தும்போது நீர் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயான கவர்ச்சி விசை மேலும் குறைவதால் அது நீராவியாக மாறுகிறது. நீராவியானது சுற்றுப்புறத்திற்குச் செல்வதால் நீரின் அளவு குறைகிறது. இந்த நிகழ்வுகளிலிருந்து ஒரு பொருளிற்கு வெப்ப ஆற்றலை அளிக்கும் போது, அப்பொருளின் நிலையில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது என்பதை அறிந்துகொள்ள முடிகிறது. அப்பொருளில் உள்ள வெப்ப ஆற்றலை நீக்கும்போது, எதிர்த்திசையில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது.
- ஒரு பொருளிலிருந்து வெப்ப ஆற்றலை எடுக்கும்போதோ 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 பருப்பொருள் 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 மறுமுனை 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 ஆற்றலைப்பெற்று அதிர்வடையும் நீர் மூலக்கூறுகள் கரண்டியிலுள்ள அணுக்களுக்கு வெப்பத்தைக் கடத்தி அவற்றையும் அதிர்வுறச் செய்கின்றன. இந்த அணுக்கள் அருகிலுள்ள அணுக்களை அதிர்வுறச் செய்கின்றன. இவ்வாறு வெப்ப ஆற்றலானது கரண்டியின் ஒரு முனையிலிருந்து மறு முனைக்குக் கடத்தப்படுகிறது.
- வெப்பக்கடத்தல் நிகழ்வு ஒரு கடத்தியின் இரண்டு முனைகளுக்கிடையே அல்லது வெவ்வேறு வெப்பநிலையில், ஆனால் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பிலுள்ள இரண்டு திடப்பொருள்களுக்கிடையே நிகழ்கிறது. திடப்பொருள்களில் அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள பகுதியிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள 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 வெப்பக்கடத்தல்:

- 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 கைப்பிடி பிளாஸ்டிக் அல்லது மரத்தினாலான பொருள்களால் செய்யப்பட்டிருக்கும். ஏனெனில் அவை வெப்பத்தைக் கடத்துவதில்லை.
- இக்லூ எனப்படும் பனி வீடுகளில் உள்பகுதியின் வெப்பநிலை சுற்றுப்புறத்தைவிட 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 மூன்றாவது 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 கருப்புநிற வண்ணம் பூசப்படுகிறது.
- ❖ வெண்மை நிறமானது வெப்பக் கதிர்வீச்சினை எதிராளிக்கின்றது. எனவே தான், கோடை காலங்களில் 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 உணரமுடியும். மேலும் வெப்பப்படுத்தும் போது, கதிர்வீச்சின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. அப்பொழுது ஆரஞ்சு மற்றும் மஞ்சள் நிறத்தைத் தொடர்ந்து இறுதியாக அப்பொருள் வெள்ளை நிறத்தில் ஒளிரும்.

### வெப்ப அளவியல்:

- இதுவரை வெப்ப ஆற்றலின் விளைவுகள் பற்றி நாம் பார்த்தோம். ஒரு பொருளுக்கு வெப்ப ஆற்றலை அளிக்கும் போது அதன் இயற்பியல் பண்புகளில் மாற்றம் ஏற்படுகின்றது. திட நிலையிலுள்ள நீர் (பனிக்கட்டி) திரவ நிலைக்கும், திரவ நிலையிலுள்ள நீர் ஆவி நிலைக்கும் மாற்றமடைகின்றன. இவையாவும் வெப்பத்தினால் ஏற்படும் இயற்பியல் மாற்றங்கள் ஆகும். இதேபோல் வெப்ப ஆற்றல் வேதியியல் மாற்றங்களையும் ஏற்படுத்துகிறது. பொருள்களில் ஏற்படும் இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் மாற்றங்களைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்வதற்கு, அப்பொருளில் உள்ள வெப்ப ஆற்றலினை அளவிட வேண்டும். இவ்வாறு பொருள்களில் நடைபெறும் இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் நிகழ்வுகளில் உள்ள வெப்ப ஆற்றலின் மதிப்பினைக் கணக்கிடும் முறைக்கு வெப்ப அளவியல் என்று பெயர்.

### வெப்பநிலை:

- ஒரு பொருள் சூடான உள்ளதா அல்லது குளிர்ச்சியாக உள்ளதா என்பதை அறிய உதவும் இயற்பியல் அளவு வெப்பநிலை ஆகும். இது வெப்பநிலைமானியைக் கொண்டு அளவிடப்படுகிறது. வெப்பநிலையை அளவிட மூன்று விதமான அளவுகோல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.



- ❖ செல்சியஸ் அளவுகோல்
- ❖ .:பாரன்ஹீட் அளவுகோல்
- ❖ கெல்வின் அளவுகோல்

- மேற்கண்ட அளவுகோல்களுள், கெல்வின் அளவுகோலே பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதைப் பற்றி உயர் வகுப்புகளில் நீங்கள் விரிவாகத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

### வெப்பத்தின் அலகு:

- வெப்பம் என்பது ஒரு வகையான ஆற்றல் என்பது நமக்குத் தெரியும். ஆற்றலின் SI அலகு ஜூல். எனவே வெப்பத்தையும் ஜூல் எனும் அலகில் குறிப்பிடலாம். இது J என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. வெப்பத்தை அளவிட பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் அலகு கலோரி ஆகும்.

1 கிராம் நிறையுள்ள நீரின் வெப்பநிலையை 1°C உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு 1 கலோரி என வரையறுக்கப்படுகிறது. கலோரி மற்றும் ஜூல் ஆகிய அலகுகளுக்கிடையேயான தொடர்பு பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது. 1 கலோரி = 4.189 J.

உணவுப் பொருள்களில் உள்ள ஆற்றலின் அளவு கிலோ கலோரி எனும் அலகால் குறிப்பிடப்படுகிறது. 1 கிலோ கலோரி = 41200 J (தோராயமாக)

- பொதுவாக, பொருள் ஒன்று ஏற்கும் அல்லது இழக்கும் வெப்பத்தின் அளவானது மூன்று காரணிகளால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

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

- ஒவ்வொரு பொருளும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையை அடைவதற்கு அவற்றிற்கு வெவ்வேறு அளவு வெப்ப ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. இது அப்பொருளின் வெப்ப ஏற்புத்திறன் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

- ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை 1°C அல்லது 1°K உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு அப்பொருளின் வெப்ப ஏற்புத்திறன் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

இது C என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. வெப்ப ஏற்புத்திறன்,

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

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

வெப்ப ஏற்புத்திறனின் அலகு கலோரி /°C இதன் SI அலகு JK<sup>-1</sup> ஆகும்.

### கணக்கீடு 1

- ஒரு உலோகத்தின் வெப்பநிலை  $30^{\circ}\text{C}$  ஆக உள்ளது. அதற்கு  $3000\text{ J}$  அளவுள்ள வெப்ப ஆற்றல் அளிக்கப்படும்போது அதன் வெப்பநிலை  $40^{\circ}\text{C}$  ஆக உயர்கிறது எனில், அதன் வெப்ப ஏற்புத்திறனைக் கணக்கிடுக.

**தீர்வு:**

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

$$\text{இங்கு } Q = 3000\text{ J}$$

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

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

உலோகப் பந்தின் வெப்ப ஏற்புத்திறன்  $300\text{ JK}^{-1}$  ஆகும்.

### கணக்கீடு 2

- ஒரு இரும்புப் பந்தின் வெப்பநிலையை  $1\text{ K}$  உயர்த்துவதற்கு  $500\text{ JK}^{-1}$  வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. அதன் வெப்பநிலையை  $20\text{K}$  உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்ப ஆற்றலைக் கணக்கிடுக.

**தீர்வு:**

$$\text{வெப்ப ஏற்புத்திறன் } C' = Q/T$$

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

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

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

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

தேவையான வெப்ப ஆற்றல்  $10000\text{ J}$  ஆகும்.

**தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன்:**

- ஓரலகு நிறையுடைய பொருளின் வெப்ப ஏற்புத்திறனை அப்பொருளின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் என அழைக்கப்படுகிறது.

1 கிலோகிராம் நிறையுள்ள பொருள் ஒன்றின் வெப்பநிலையை  $1^{\circ}\text{C}$  அல்லது  $1\text{K}$  அளவு உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவே அப்பொருளின் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் என வரையறுக்கப்படுகிறது. இது ஊ என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன்,

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

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

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

### கணக்கீடு 3

- 2 kg நிறையுள்ள நீரின் வெப்பநிலையை 60°C லிருந்து 70°C ஆக உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு 84000J 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 160Jkg<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:

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

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

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

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

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

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

$$\text{தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் மதிப்பு } = 16000 \text{ J}$$

### கலோரி மீட்டர்:

- பொருள் ஒன்றினால் ஏற்கப்பட்ட அல்லது இழக்கப்பட்ட வெப்பத்தினை அளவிடப் பயன்படுத்தப்படும் உபகரணம் கலோரி மீட்டர் 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 மூடியின் மீது இடண்டு துளைகள் உள்ளன. ஒரு துளையின் வழியாக பொருளின் வெப்பநிலையை அளவிடுவதற்கு வெப்பநிலைமானியும், மற்றொரு துளையின் 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 பியரே சைமன் லாப்லாஸ் ஆகியோரால், வேதியியல் மாற்றங்களால் ஏற்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவை அளவிட பனிக்கட்டி கலோரி மீட்டர் பயன்படுத்தப்பட்டது.

### வெப்பக் கட்டுப்படுத்தி:

- ஒரு பொருள் அல்லது இடத்தின் வெப்பநிலையை மாறாமல் வைப்பதற்காக பயன்படுத்தப்படும் சாதனம் வெப்பக் கட்டுப்படுத்தி (தெர்மோஸ்டாட்) ஆகும். 'தெர்மோஸ்டாட்' எனச் சொல், இரண்டு கிரேக்க வார்த்தைகளிலிருந்து பெறப்பட்டது. இதில் 'தெர்மோ' எனும் சொல் வெப்பம் என்றும் 'ஸ்டாட்' என்னும் சொல் அதே நிலையில் இருப்பது என்றும் பொருள்படும். வெப்பமடையும் அல்லது குளிர்ச்சியடையும் உபகரணங்களில் நிர்ணயிக்கப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையை அடைவதற்காக இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை, ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையை அடைந்தவுடன் அந்த உபகரணத்தை செயல்பட வைக்கின்றன. அல்லது நிறுத்திவிடின்றன. கட்டடங்களிலுள்ள சூடேற்றி, அறைகளின் மைய சூடேற்றி, காற்றுப்பதனாக்கி (Air conditioner), நீர் சூடேற்றி மற்றும் சமயலறையிலுள்ள குளிர்பதனி, நுண்ணலை அடுப்பு ஆகிய அமைப்புகளில் வெப்பக் கட்டுப்படுத்தி பயன்படுத்தப்படுகிறது. சில சமயங்களில் வெப்பக் கட்டுப்படுத்தி உணர்வியாகவும், வெப்ப நிலை அமைவுகளைக் கட்டுப்படுத்தும் கட்டும் படுத்தியாகவும் செயல்படுகிறது.

### வெப்பக் குடுவை (வெற்றிடக் குடுவை):

- வெப்பக் குடுவை (வெற்றிடக் குடுவை) என்பது அதில் உள்ள பொருளின் வெப்பநிலையை அதன் சுற்றுப்புறத்தின் வெப்பநிலையைவிட அதிகரித்துவிடாமல் அல்லது குறைந்துவிடாமல் நீண்ட நேரம் வைத்திருக்கக்கூடிய வெப்பத்தைக் கடத்தாத சேமிப்புக் கலனாகும். இதனுள் இதனுள் வைக்கப்பட்டுள்ள திரவத்தின் வெப்பநிலையை நீண்ட நேரம் மாறாமல் காப்பதோடு, அதன் சுவையில் மாற்றம் ஏற்படாமலும் இது பாதுகாக்கிறது.

வெற்றிடக்குடுவை முதன் முதலில் 1892 ஆம் ஆண்டு ஸ்காட்லாந்து அறிவியலாளர் சர் ஜேம்ஸ் திவார் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அவரைக் கவரவப் படுத்தும் விதமாக இது திவார் குடுவை (Dewar Flask) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது திவார் 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 சூடாக இருக்கிறது.

### நினைவில் கொள்க:

- வெப்பமானது பொருளின் ஒரு பகுதியில் இருந்து மற்றொரு பகுதிக்குப் பரவுகிறது.
- ஒரு பொருளிற்கு வெப்ப ஆற்றல் அளிக்கப்படும் போது, விரிவடைதல், வெப்பநிலை உயர்வு மற்றும் நிலை மாற்றம் ஆகிய நிகழ்வுகள் நடைபெறுகின்றன.
- ஒரு பொருளை வெப்பப்படுத்தும்போது அணுக்கள் ஆற்றலினைப் பெறுவதால் அவை அதிர்வுறத் தொடங்கும். இந்த அதிர்வுகள் மற்ற அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளின் மீது அதிர்வினை ஏற்படுத்துகின்றன.
- உருகுதல், ஆவியாதல், பதங்கமாதல், குளிர்வித்தல், உறைதல் மற்றும் படிதல் போன்றவை வெப்பத்தினால் நீரில் ஏற்படும் நிலை மாற்றங்களாகும்.
- வெப்ப ஆற்றல் பரிமாற்றம் அடையும் மூன்று விதங்களாவன: வெப்பக் கடத்தல், வெப்பச் சலனம், வெப்பக் கதிர்வீச்சு.
- திடப்பொருளில் வெப்பக் கடத்தல் மூலமாகவும், திரவம் மற்றும் வாயுக்களில் வெப்பச் சலனம் மூலமாகவும் வெப்ப ஆற்றல் பரவுகிறது. ஆனால் வெப்பக் கதிர்வீச்சு வெற்றிடத்தில் பரவுகிறது.
- ஒரு பொருளில் ஏற்படும் வெப்ப ஆற்றல் ஏற்பு அல்லது இழப்பு மூன்று காரணிகளால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. பொருளின் நிறை, பொருளின் வெப்பநிலை மாற்றம், பொருளின் தன்மை.
- வெப்பநிலையை அளவிட மூன்று விதமான அளவுகோல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. செல்சியஸ் அளவுகோல், .:பாரன்ஹீட் அளவுகோல், கெல்வின் அளவுகோல்.
- ஒரு பொருளினால் ஏற்கப்பட்ட அல்லது இழக்கப்பட்ட வெப்பத்தினை அளவிடப் பயன்படுத்தப்படும் உபகரணம் கலோரிமீட்டர் ஆகும்.

## 9th அறிவியல் அலகு – 7 வெப்பம்

### அறிமுகம்

- நம்மைச் சுற்றியிருக்கும் அனைத்துப் பொருட்களும் மூலக்கூறுகளால் கட்டமைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த மூலக்கூறுகள் இயக்கத்தில் இருப்பதால் இயக்க ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும். ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் அதனைச் சுற்றியிருக்கும் மற்ற மூலக்கூறுகளோடு ஏற்படுத்தும் ஈர்ப்பு விசையினால் நிலை ஆற்றலையும், பெற்றிருக்கும். இயக்க ஆற்றல் மற்றும் நிலையாற்றல் ஆகியவற்றில் கூட்டுத்தொகையே மூலக்கூறுகளின் அக ஆற்றல் ஆகும். சூடான பொருட்களில் மூலக்கூறு அக ஆற்றல் அதிகமாகவும் குளிர்ந்த பொருட்களில் குறைவாகவும் இருக்கும்.
- இந்த அக ஆற்றலானது அதிக வெப்பநிலை இருக்கும் இடத்திலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலை இருக்கும் இடத்திற்குப் பாய்ந்து செல்லும். இந்த அக ஆற்றல் ஒரு பொருளிலிருந்து வெளிப்படும் பொழுது, அது வெப்ப ஆற்றல் எனப்படுகிறது. இந்தப் பாடத்தில் வெப்பமானது ஒரு இடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு எவ்வாறு பரவுகிறது என்பதைப் பற்றி படிக்க இருக்கிறோம். மேலும் வெப்பத்தின் விளைவுகள், வெப்ப ஏற்புத்திறன், பொருட்களில் ஏற்படும் நிலை மாற்றம் மற்றும் உள்ளூறை வெப்பம் ஆகியவற்றைப் பற்றியும் படிக்க இருக்கிறோம்.

### வெப்பத்தின் விளைவுகள்:

ஒரு பொருளை வெப்பப்படுத்தும் போது கீழ்க்கண்ட விளைவுகள் ஏற்படும்.

- விரிவடைதல்: ஒரு பொருளை வெப்பப்படுத்தும் போது அந்தப் பொருளிலுள்ள மூலக்கூறுகள் அதிக ஆற்றலைப் பெற்று அதிர்வடையத் தொடங்கும் இதனால் அருகில் இருக்கும் மூலக்கூறுகளும் அதிர்வடையத் தொடங்கும். எனவே விரிவடைதல் ஏற்படுகிறது. வெயில் காலங்களில் அதிக வெப்ப ஆற்றல் இரயில் தண்டவாளங்களை விரிவடையச் செய்கின்றது. இரயில் பாதைகளில் சிறிய இடைவெளி விடப்பட்டிருப்பதை, நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள் திடப்பொருட்களை விட திரவப் பொருட்கள் அதிகமாக விரிவடையும். ஆனாலும், வாயுப்பொருட்கள் இவை இரண்டையும் விட அதிகமாக விரிவடையும்.
- நிலை மாற்றம்: பனிக்கட்டியை வெப்பப்படுத்தும் போது அது நீராக மாறுகிறது. மேலும் வெப்பப்படுத்தினால் நீர் ஆவியாக மாறுகிறது. அகேவே திடப்பொருளை வெப்பப்படுத்தும் போது திரவப்பொருளாக மாறுகிறது. மேலும் வெப்பப்படுத்தும் போது அது வாயு நிலைக்கு மாறுகிறது. வெப்பநிலையைக் குறைக்கும் போது தலைகீழ் மாற்றம் ஏற்படுகிறது.
- வெப்பநிலை மாற்றம்: ஒரு பொருளுக்கு வெப்ப ஆற்றலை அளிக்கும் போது அந்தப் பொருளிலுள்ள மூலக்கூறின் இயக்க ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது.

மூலக்கூறுகள் அதிர்வடைவதால் பொருளின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. அந்தப் பொருளை குளிர்விக்கும் போது வெப்ப ஆற்றல் வெளியேறி அதன் வெப்பநிலை குறைகிறது.

- வேதியியல் மாற்றம்: வெப்பம் ஒரு வகையான ஆற்றலாக இருப்பதால் அது வேதியியல் மாற்றத்தில் பெரும் பங்கு வகிக்கிறது. வேதி வினைகள் தொடங்குவதற்கு வெப்ப ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. அதுபோல வேதிவினைகளின் வேகத்தையும் வெப்ப ஆற்றலே தீர்மானிக்கிறது. விறகினை எரித்து அதன் மூலம் கிடைக்கும் வெப்பத்தினைப் பயன்படுத்தி நாம் உணவு சமைக்கிறோம். இந்த வெப்ப ஆற்றலே உணவைப் பக்குவமாக சமைக்கப் பயன்படுகிறது. இவையாவும், வெப்பத்தினால் ஏற்படும் வேதியியல் மாற்றங்களாகும்.

### வெப்பம் பரவுதல்:

- ஒரு பொருளில் இருக்கும் வெப்பமானது அதே இடத்தில் தங்கி இருக்காது. அதிக வெப்பத்தில் இருக்கும் பொருட்கள் வெப்பத்தை இழந்து குளிர்வடையும். அதுபோல குளிர்ந்த பொருட்கள் சுற்றுப்புறத்தில் இருந்து வெப்பத்தைப் பெற்று வெப்பமடையும். வெவ்வேறு வெப்பநிலையில் உள்ள இரண்டு பொருட்களை ஒன்று சேர்த்தால், அதிக வெப்பநிலையில் இருக்கும் பொருளிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளுக்கு வெப்ப ஆற்றல் பரவுகிறது.

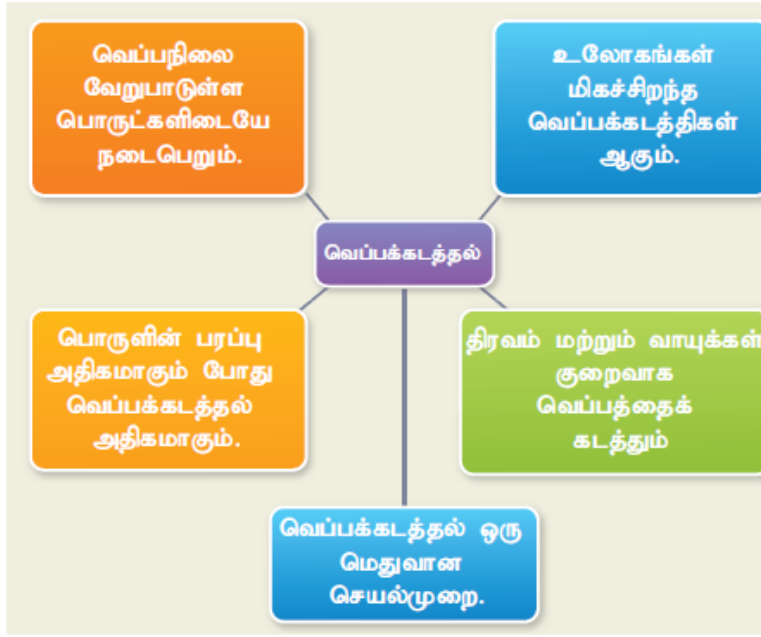
சில நேரங்களில் நாய் தனது நாக்கை வெளியே தொடங்கவிட்டுக் கொண்டே சுவாசிப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். அப்படி சுவாசிக்கும் போது அதன் நாக்கிலிருக்கும் ஈரப்பதம் திரவமாக மாறி, பின் ஆவியாகிவரும். திரவநிலை வாயு நிலைக்கு மாற வெப்ப ஆற்றல் தேவைப்படும். இந்த வெப்ப ஆற்றல் நாயின் நாக்கில் இருந்து பெறப்படுகிறது. இவ்வாறு நாய் தன் நாக்கில் இருக்கும் தன் வெப்பத்தை வெளியேற்றி தன்னைக் குளிர்வித்துக்கொள்கிறது.

வெப்பமானது மூன்று வழிகளில் பரவுகிறது,

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

### வெப்பக் கடத்தல்:

- திடப்பொருட்களில் மூலக்கூறுகள் மிகவும் நெருக்கமாகவும் இயக்கம் இல்லாமலும் அமைந்திருக்கும். திடப்பொருளின் ஒரு முனையினை வெப்பப்படுத்தும் போது அந்த முனையில் இருக்கும் மூலக்கூறுகள் வெப்ப ஆற்றலை உட்கவர்ந்து தங்கள் நிலையில் இருந்துகொண்டே முன்னும் பின்னுமாக வேகமாக அதிர்வடைகின்றன. அதிர்வடையும் போது அருகில் இருக்கும் மூலக்கூறுகளுக்கு வெப்ப ஆற்றலைக் கடத்துகின்றன. இதனால் அருகிலிருக்கும் மூலக்கூறுகளும் அதிரத் தொடங்குகின்றன. திடப்பொருளில் இருக்கும் அனைத்து மூலக்கூறுகளும் வெப்ப ஆற்றலைப் பெற்றுக்கொள்ளும் வரை இந்த நிகழ்வு தொடர்ந்து நடந்து கொண்டேயிருக்கும்.
- 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 மிகச்சிறந்த வெப்பக் கடத்திகள். அதனால்தான், அலுமினியப் பாத்திரங்களை சமையலுக்குப் பயன்படுத்துகிறோம்.
2. பாதரசம் சிறந்த வெப்பக்கடத்தியாக இருப்பதால் அதை வெப்ப நிலைமையில் பயன்படுத்துகிறோம்.
3. நாம் குளிர்காலங்களில் கம்பளி ஆடைகளை உடுத்துகிறோம். கம்பளி ஒரு அரிதிற கடத்தி, எனவே உடலின் வெப்பத்தை வெளிப் புறத்திற்குக் கடத்தாமல் வைத்திருக்கும்.

தாமிரம், அலுமினியம், பித்தளை மற்றும் இரும்பு ஆகிய நான்கு உலோகக் கம்பிகளை எடுத்துக் கொள்ளுங்கள். கம்பிகளின் ஒரு முனையில் தீக்குச்சி ஒன்றினை மெழுகின் உதவியோடு பொருத்தி விடுங்கள். மறுமுனையை வெப்பப்படுத்தும் போது சிறிது நேரத்தில் தீக்குச்சி கீழே விழுந்துவிடும். கம்பி வழியாக வெப்பம் கடத்தப்பட்டு கம்பியின் முனை மெழுகின் உருகநிலையை அடைந்ததும் தீக்குச்சி கீழே விழுந்து விடும். இந்த சோதனையைச் செய்யும் போது தாமிரக் கம்பியில் ஓட்டியிருக்கும் தீக்குச்சி முதலில் கீழே விழுந்து விடுகிறது. இந்த நான்கு உலோகங்களில் தாமிரம் அதிக கடத்தும் திறன் பெற்றுள்ளதை இது காட்டுகிறது. தொடர்ந்து அலுமினியம், பித்தளையில் இருக்கும் தீக்குச்சிகள் கீழே விழுவதையும் கடைசியாக இரும்பில் ஓட்டியிருக்கும் தீக்குச்சி கீழே விழுவதையும் காணலாம்.



**வெப்பச் சலனம்:**

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

**அன்றாட வாழ்க்கையில் வெப்பச் சலனம்:**

- சூடான காற்று பலூன்கள்: இத்தகைய பலூன்களின் அடிப்பகுதியில் இருக்கும் காற்று மூலக்கூறுகள் வெப்பமடைந்து மேல் நோக்கி நகரத் தொடங்கும். இதனால் சூடான காற்று பலூனின் உள்ளே நிரம்புகிறது. அடர்த்தி குறைந்த சூடான காற்றினால் பலூன் மேல்நோக்கிச் செல்கிறது. சூடான காற்று மேல்நோக்கிச் செல்வதால் பலூனின் மேற்பகுதியில் இருக்கும் குளிர் காற்று கீழ்நோக்கி நகர்கிறது. இந்தச் செயல் தொடர்ந்து நடைபெற்றுக்கொண்டே இருக்கும்.
- நிலக் காற்றும் கடல் காற்று:

பகல்நேரங்களில் நிலப்பரப்பு, கடல் நீரைவிட அதிகமாக சூடாகிறது. இதனால் நிலப்பரப்பில் உள்ள சூடான காற்று மேலே எழும்புகிறது. கடல் பரப்பிலிருந்து குளிர்ந்த காற்று நிலத்தை நோக்கி வீசுகிறது. இதனை கடல் காற்று என்கிறோம். இரவு நேரங்களில் நிலப்பரப்பு கடல் நீரைவிட விரைவில் குளிர்வடைகிறது. கடல் பரப்பில் உள்ள சூடான காற்று மேலே எழும்ப, நிலப்பரப்பிலிருந்து குளிர்ந்த காற்று கடல் பகுதி நோக்கி வீசுகிறது. இதனை நிலக்காற்று என்கிறோம்.

**காற்றோட்டம்:**

- காற்றானது, அழுத்தம் அதிகமான பகுதியிலிருந்து அழுத்தம் குறைவான பகுதிக்குச் செல்லும். சூடான காற்று மேலெழும்பிச் செல்வதால் அங்கு குறைந்த அழுத்தம் உருவாகிறது. ஆகவே குளிர்ந்த காற்று அதிக அழுத்தப் பகுதியில் இருந்து குறைந்த அழுத்தப் பகுதியை நோக்கி நகர்கிறது. இதுவே காற்றோட்டத்தை உருவாக்குகிறது.

### புகைபோக்கிகள்:

- சமையல் அறைகளிலும் தொழிற்சாலைகளிலும் உயரமான புகைபோக்கிகளை வைத்திருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். சூடான காற்று அடர்த்தி குறைவாக இருப்பதால் எளிதாக வளிமண்டலத்திற்குச் சென்று விடுகிறது.

### வெப்பக் கதிர்வீச்சு:

- எந்த ஒரு பருப்பொருளின் உதவியுமின்றி வெப்ப ஆற்றல் ஒரு இடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்திற்குப் பரவுவதை நாம் வெப்பக் கதிர்வீச்சு என்கிறோம். இந்த முறையில் சூடான பொருட்களில் இருந்து வெப்பமானது அலைகளாக எல்லாத் திசைகளிலும் பரவுகிறது. வெப்பக் கடத்தலும், வெப்பச் சலனமும் வெற்றிடத்தில் நடைபெறாது. அவைகள் நடைபெற பருப்பொருட்கள் தேவைப்படும். ஆனால் வெப்பக்கதிர் வீச்சு நடைபெற பருப்பொருட்கள் தேவையில்லை. இதனால் வெற்றிடத்தில் கூட வெப்பக்கதிர்வீச்சு நடைபெறும். வெப்பக் கதிர்வீச்சை ஒளியின் திசைவேகத்தில் செல்லக்கூடிய மின்காந்த அலைகளாகவும் கருதலாம். வெப்ப ஆற்றல் ஒரு இடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு மின் காந்த அலைகளாக பரவும் நிலையை வெப்பக்கதிர்வீச்சு என்கிறோம்.

பரவும் நிலையை வெப்பக்கதிர்வீச்சு என்கிறோம்.

- சூரியனிடமிருந்து கிடைக்கும் வெப்ப ஆற்றல் வெப்பக்கதிர்வீச்சு மூலமாகவே வருகிறது. O K வெப்பநிலைக்கு அதிகமாக இருக்கும் எல்லாப் பொருட்களிலிருந்தும் வெப்பக் கதிர்வீச்சு ஏற்படும். சில பொருட்கள் வெப்பத்தை உமிழும், மற்ற சில பொருட்கள் வெப்பத்தை உட்கவரும்.

விறகு அடுப்பைப் பயன்படுத்தும் போது வெப்பம் பரவும் மூன்று வழிகளையும் நாம் பார்க்கலாம். விறகினை எரிக்கும் போது ஒருமுனையில் இருந்து மற்றொருமுனைக்கு வெப்பக்கடத்தல் மூலம் வெப்பம் பரவுகிறது. எரியும் விறகின் மேற்பகுதியில் இருக்கும் காற்று வெப்பமாகி மேலெழுந்து செல்வதால் வெப்பச்சலனம் மூலம் வெப்பம் கடத்தப்படுகிறது. வெப்பக் கதிர்வீச்சினால் அடுப்பிலிருந்து வரும் வெப்பத்தை நாம் உணர முடிகிறது.

### அன்றா வாழ்க்கையில் வெப்பக் கதிர்வீச்சு:

1. வெள்ளை நிற ஆடைகள் சிறந்த வெப்ப பிரதிபலிப்பான்கள் ஆகும். கோடை காலங்களில் அவை நம் உடலை குளிர்ச்சியாக வைத்திருக்கின்றன.
2. சமையல் பாத்திரங்களின் அடிப்பகுதியில் கறுப்பு நிற வண்ணத்தைப் பூசியிருப்பார்கள். கறுப்பு நிறமானது அதிக கதிர்வீச்சினை உட்கவரும்.
3. விமானத்தின் புறப்பட்ட மிகவும் பளபளப்பாக இருக்கும். இதனால் சூரியனிலிருந்து விமானத்தின் மீது விழும் கதிர்வீச்சின் பெரும்பகுதியானது பிரதிபலிக்கப்படுகிறது.

### வெப்ப நிலை:

- ஒரு பொருளின் வெப்பம் அல்லது குளிர்ச்சியின் அளவைத்தான் நாம் வெப்பநிலை என்கிறோம். ஒரு பொருளின் வெப்பம் அதிகரிக்கும் போது வெப்ப நிலையும் அதிகரிக்கும்.

### வெப்பநிலையின் அலகு:

- வெப்பநிலையின் SI அலகு கெல்வின் (K) தினசரி பன்பாட்டில் செல்சியஸ் ( $^{\circ}\text{C}$ ) என்ற அலகும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வெப்பநிலைமானியின் உதவியுடன் வெப்பநிலை அளவிடப்படுகின்றது.

வெப்பநிலை அளவீடுகள்:

வெப்பநிலையை அளவிடுவதற்கு மூன்று அளவீடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

i. ∴பாரன்ஹீட் அளவீடு

i. செல்சியஸ் அல்லது சென்டிகிரேடு அளவீடு

iii. கெல்வின் அளவீடு அல்லது தனித்த அளவீடு

- ∴பாரன்ஹீட் அளவீடு: ∴பாரன்ஹீட் அளவீட்டில்  $32^{\circ}\text{F}$  உறைநிலைப் புள்ளியாகவும்,  $212^{\circ}\text{F}$  ஆவியாதல் புள்ளியாகவும் நிலைநிறுத்தப்பட்டுள்ளன. இந்த இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளி 180 பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.
- செல்சியஸ் அளவீடு: செல்சியஸ் அளவீட்டில்  $0^{\circ}\text{C}$  உறைநிலைப் புள்ளியாகவும்,  $100^{\circ}\text{C}$  ஆவியாதல் புள்ளியாகவும் நிலைநிறுத்தப்பட்டுள்ளன. இந்த இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளி 100 பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.
- செல்சியஸ் அளவீட்டை ∴பாரன்ஹீட் அளவீடாக மாற்றுவதற்குத் தேவையான சமன்பாடு:

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

∴பாரன்ஹீட் அளவீட்டை செல்சியஸ் அளவீடாக மாற்றுவதற்குத் தேவையான சமன்பாடு:

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

### கெல்வின் அளவீடு (தனித்த அளவீடு):

- கெல்வின் அளவீடு, தனித்த அளவீடு என்றும் வழங்கப்படுகிறது. கெல்வின் அளவீட்டில் O K என்பது தனிச் சுழி வெப்பநிலை ஆகும். ஒரு பொருளின் மூலக்கூறுகள் மிகக்குறைந்த ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும் போது இருக்கும் வெப்பநிலை தனிச் சுழி வெப்பநிலை ஆகும்.  $273.16\text{ K}$  வெப்பநிலையில் நீரின் திட, திரவ மற்றும் வாயு நிலைகள் ஒன்றிணைந்து காணப்படும். நீரின்

மும்மைப் புள்ளியின் 1/273.15 பங்கு ஒரு கெல்வின் ஆகும். செல்சியஸ் மற்றும் கெல்வின் அளவு வீடுகளிடையேயான தொடர்பு  $K = C + 273.15$

**தனிச் சுழி வெப்பநிலை :**

- ஒரு வாயுவின் அழுத்தமும் கன அளவும் கருத்தியலில் சுழியாக மாறும் வெப்பநிலைக்கு தனிச் சுழி வெப்பநிலை என்று பெயர். கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.
- அனைத்து வகையான வாயுக்களின் அழுத்தமும்  $-273.15^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையில் சுழியாகிவிடும் இதனைத் தான் தனிச் சுழி வெப்பநிலை அல்லது முழு என்கிறோம்.
- மூன்று வகை வெப்பநிலை அளவுவீடுகளிலும் சில அடிப்படை வெப்பநிலைகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.
- மூன்று வகை வெப்பநிலை அளவு கோல்களில் சில அடிப்படை வெப்பநிலைகள்:

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

1. வெப்பநிலை அளவீட்டை மாற்றுக.
  - i.  $25^{\circ}\text{C}$  ஐ கெல்வின் அளவீட்டிற்கு மாற்றுக.
  - ii.  $200\text{ K}$  ஐ  $^{\circ}\text{C}$  அளவீட்டிற்கு மாற்றுக.

தீர்வு:

i.  $TK = T^{\circ}\text{C} + 273.15$   
 $TK = 25 + 273.15 = 298.15\text{ K}$

ii.  $T^{\circ}\text{C} = TK - 273.15$   
 $T^{\circ}\text{C} = 200 - 273.15 = -73.15^{\circ}\text{C}$

2. வெப்பநிலை அளவீட்டை மாற்றுக

- i.  $35^{\circ}\text{C}$  ஐ பாரன்ஹீட் ( $^{\circ}\text{F}$ ) அளவீட்டிற்கு மாற்றுக.
- ii.  $14^{\circ}\text{F}$  ஐ  $^{\circ}\text{C}$  அளவீட்டில் எழுதுக.

தீர்வு

i.  $T^{\circ}\text{F} = T^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32$   
 $T^{\circ}\text{F} = 35^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32 = 95^{\circ}\text{F}$

ii.  $T^{\circ}\text{C} = (T^{\circ}\text{F} - 32)/1.8$   
 $T^{\circ}\text{C} = (14^{\circ}\text{F} - 32)/1.8 = -10^{\circ}\text{C}$

### தன் வெப்ப ஏற்புத் திறன்:

- பூமியின் நிலப்பரப்பு காலை நேரங்களில் குளிர்ச்சியாகவும் மதிய வேளைகளில் சூடாகவும் இருப்பதை உணர்ந்திருப்பீர்கள். ஆனால் ஏரியில் இருக்கும் தண்ணீரின் மேற்பரப்பு காலையிலும் மதிய வேலையிலும் ஓரளவுக்கு ஒரே வெப்பநிலையில் தான் இருக்கும். நிரப்பரப்பும் நீர்ப்பரப்பும் சூரியனிடமிருந்து ஒரே அளவில் வெப்பத்தைப் பெற்றாலும் அவற்றின் வெப்பநிலைகள் மாறுகின்றன. வெப்பத்தை உட்கவரும் மற்றும் வெளிவிடும் பண்புகள் இரண்டிற்கும் வேறுபடுகின்றன. பொதுவாக வெப்பத்தை வெளிவிடும் அல்லது உட்கவரும் பண்பு மூன்று காரணிகளால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

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

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள உற்றுநோக்கல்கள் மூலம் இதனை அறிந்து கொள்ளலாம்.

#### உற்றுநோக்கல் 1:

- ஒரு லிட்டர் நீரை ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பமானது, அரை லிட்டர் நீரை அதே வெப்பநிலைக்கு உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தை விட அதிகமாக இருக்கும்.
- எனவே, பொருள் உட்கவரும் வெப்பமானது அதன் நிறையைப் பொறுத்து அமையும்,  $Q$  என்பதை உட்கவரும் வெப்பமாகவும்,  $m$  என்பதை பொருளின் நிறையாகவும் எடுத்துக் கொண்டால்,

$$Q = mC\Delta T$$

#### உற்று நோக்கல் 2:

- 250 மிலி நீரினை  $100^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலைக்கு உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பத்தைவிட குறைவான வெப்பமே அதே அளவு நீரினை  $50^{\circ}\text{C}$  செல்சியஸ் வெப்பநிலைக்கு உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும். எனவே, பொருள் உட்கவரும் வெப்பமானது அதன் வெப்பநிலை வேறுபாட்டைப் பொருத்து அமையும்.  $Q$  என்பதை உட்கவரப்பட்ட வெப்பமாகவும்,  $\Delta T$  ஐ வெப்பநிலை வேறுபாடாகவும் எடுத்துக் கொண்டால்,  $Q \propto \Delta T$  இந்த இரண்டு நிகழ்வுகளையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் போது ஒரு பொருள் உட்கவரும் அல்லது வெளிவிடும் வெப்பத்தின் அளவு அதன் நிறை மற்றும் வெப்பநிலை வேறுபாடு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும் என்பது தெரிகிறது.

$$Q \propto m\Delta T$$

$$Q = mC\Delta T$$

- மேற்கண்ட சமன்பாட்டின்படி பொருட்கள் வெளிவிடும் அல்லது உட்கவரும் வெப்பம் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து அமையும் என்பது தெரிகிறது. இங்கு குறிப்பிடப்படும்  $C$  என்ற விகித மாறிலி பொருளின் தன் வெப்ப ஏற்புத் திறன் ஆகும்.

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

- எனவே, ஓரலகு நிறையுள்ள (1kg) பொருளின் வெப்பநிலையை ஒரு அலகு (1°C or 1 K) உயர்த்தத் தேவையான வெப்ப ஆற்றலின் அளவு அதன் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் எனப்படும். தன் வெப்ப ஏற்புத் திறனின் SI அலகு Jkg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup> ஆகும். J/kg°C மற்றும் J/g°C அலகுகளையும் பயன்படுத்துவோம்.
- எல்லா விதமான பொருட்களிலும் அதிக தன் வெப்ப ஏற்புத் திறன் கொண்ட பொருள் நீர். நீரின் தன் வெப்ப ஏற்புத் திறன் 4200 J/kg°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.

3. 3 கி.கி நீரின் வெப்பநிலையை 10°C லிருந்து 50°C க்கு அதிகரிக்கத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றல் எவ்வளவு? (நீரின் தன் வெப்ப ஏற்புத் திறன் 4200 JKg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>)

தீர்வு:

கொடுக்கப்பட்டுள்ள தரவுகள்

$$m = 2 \text{ Kg}, \Delta T = (50 - 10) = 40^\circ\text{C}$$

கெல்வினில் மாற்றும் பொழுது

$$(323.15.283.15) = 40\text{K}$$

$$C = 4200 \text{ J Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

தேவையான வெப்பம்,

$$Q = m \times C \times \Delta T = 2 \times 4200 \times 40 = 3,36,000 \text{ J}$$

பல்வேறு நிலைகளில் இருக்கும் நீரின் தன் வெப்ப ஏற்புத் திறன் அளவு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$\text{நீர் (திரவநிலை)} = 4200 \text{ JKg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{பனிக்கட்டி (திட நிலை)} = 2100 \text{ JKg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{நீராவி (வாயு நிலை)} = 460 \text{ JKg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

**வெப்ப ஏற்புத் திறன்:**

- இப்போது தன் வெப்ப ஏற்புத் திறன் பற்றி தெளிவு பெற்றிருப்பீர்கள். ஒரு கிலோகிராம் நிறையுள்ள ஒரு பொருளை 1°C வெப்பநிலைக்கு உயர்த்துவதற்குக் கொடுக்கப்படும் வெப்ப ஆற்றலை தன் வெப்ப ஏற்புத் திறன். ஒரு பொருளின் நிறை முழுவதையும் 1°C வெப்பநிலைக்கு உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றல் வெப்ப ஏற்புத் திறன் ஆகும். எனவே, ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை 1°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 J/K இதனை Cal/°C, kcal/°C அல்லது J/°C எனவும் குறிப்பிடலாம்.

4. ஒரு இரும்புக் குண்டுக்கு அதனுடைய வெப்பநிலையை 20°C உயர்த்திக் கொள்ள 5000 J வெப்ப ஆற்றல் கொடுக்கப்படுகிறது. அந்த இரும்புக் குண்டின் வெப்ப ஏற்புத் திறன் எவ்வளவு?

தீர்வு:

கொடுக்கப்பட்டுள்ள தரவுகள்

$$Q = 5000 \text{ J}, t = 20^\circ\text{C} = 20\text{K}$$

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

$$= \frac{5000}{20} = 250 \text{ JK}^{-1}$$

நிலை மாற்றம்:

- பொருளானது ஒரு நிலையில் இருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாறும் நிகழ்வையே நாம் நிலை மாற்றம் என்கிறோம்.
- எடுத்துக்காட்டாக, சாதாரண வெப்பநிலையில் நீர் மூலக்கூறுகள், திரவநிலையில் இருக்கும் 100°C வெப்பநிலைக்கு நீரை வெப்பப்படுத்தும் போது அது நீராவிடாக மாறுகிறது. நீராவி வாயு நிலையில் இருக்கிறது. வெப்பநிலையைக் குறைக்கும் போது மீண்டும் நீராக மாறுகிறது. வெப்பநிலையை 0°C க்கு குறைக்கும் போது பனிக்கட்டியாக மாறுகிறது, பனிக்கட்டி திட நிலையில் 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 திட நிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கு மாறும் நிகழ்வு உருகுதல் ஆகும். ஒரு திடப்பொருள் தன் நிலையை திரவநிலைக்கு மாற்றும் வெப்பநிலை உருகுநிலை எனப்படும். இதன் மறு திசை நிலைமாற்றம் உறைதல் ஆகும். அதாவது ஒரு பொருள் வெப்பத்தை வெளிவிட்டு திரவ நிலையில் இருந்து திடநிலைக்கு மாறும் நிகழ்வு உறைதல் ஆகும். எந்த வெப்பநிலையில் திரவப்பொருள் திடப்பொருளாக மாறுகிறதோ அந்த வெப்பநிலை உறைநிலை ஆகும். நீரைப் பொறுத்தவரை உருகுநிலை மற்றும் உறைநிலை இரண்டும் 0°C ஆகும்.

### ஆவியாதல் - குளிர்தல்:

- ஒரு பொருள் வெப்பத்தை உட்கவர்ந்து திரவ நிலையில் இருந்து வாயு நிலைக்கு மாறும் நிகழ்வு ஆவியாதல் ஆகும். எந்த வெப்பநிலையில் திரவப்பொருள் வாயுநிலைக்கு மாறுகிறதோ அந்த வெப்பநிலை அதன் கொதிநிலை ஆகும். வாயு நிலையில் இருக்கும் ஒரு பொருள் வெப்பத்தை வெளிவிட்டு திரவமாக மாறும் நிகழ்வு குளிர்தல் ஆகும். எந்த வெப்பநிலையில் வாயு தன் நிலையை திரவ நிலைக்கு மாற்றுகிறதோ அந்த வெப்பநிலை ஒடுக்க நிலை ஆகும். நீருக்கு கொதிநிலையும் ஒடுக்க நிலையும்  $100^{\circ}\text{C}$  ஆகும்.

### பதங்கமாதல்:

- உலர் பனிக்கட்டி, அயோடின், உறைந்த கார்பன் டை ஆக்சைடு, நாப்தலின் போன்ற திடப்பொருட்களை வெப்பப்படுத்தும் போது திரவ நிலைக்கு மாறாமல் நேரடியாக வாயு நிலைக்கு மாறிவிடுகின்றன இவ்வாறு, வெப்பப்படுத்தும் போது திடப்பொருட்கள் நேரடியாக வாயு நிலைக்கு மாறும் நிகழ்வு பதங்கமாதல் எனப்படுகிறது.
- வெப்பநிலை மாறும்பொழுது வெப்பத்தின் அளவைப் பொறுத்து ஒரு பொருளின் நிலைமாற்றத்தின் வெவ்வேறு படிநிலைகள் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன.

### உள்ளுறை வெப்பம்

சில கனசதுர 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. வெப்பநிலைமணி காட்டும் வெப்பநிலையை தொடர்ந்து கவனியுங்கள். பனிக்கட்டி நீராக மாறும் வரை வெப்பநிலைமணி  $0^{\circ}\text{C}$  காட்டும். அதன் பின் வெப்பநிலை  $100^{\circ}\text{C}$  வரை அதிகரிக்கும். பின்னர் எவ்வளவு தான் வெப்பப்படுத்தினாலும் நீர் மூழுவதும் ஆவியாகும் வரை வெப்ப நிலைமானியில் வெப்பநிலை  $100^{\circ}\text{C}$  வெப்ப நிலையைத் தாண்டாமல் இருக்கும்.

- “உள்ளுறை” என்பது மறைந்திருப்பது எனப்படும். ஆகவே உள்ளுறை வெப்பம் என்பது மறை வெப்பம் அல்லது மறைந்திரக்கும் 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 வெப்ப நிலை  $100^{\circ}\text{C}$  ஆக இருந்தது. ஏன் இவ்வாறு நடைபெறுகிறது?
- ஒரு பொருள் தன்நிலையை மாற்றிக்கொள்ளும் போது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பத்தை உட்கவர்கிறது அல்லது வெளிவிடுகிறது. இந்த வெப்ப



ஆற்றல் உள்ளூறை வெப்பம் என அழைக்கப்படுகிறது. வெப்பநிலை மாறாத நிலையில் ஒரு பொருள் தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும் போது உட்கவரும் அல்லது வெளியிடும் வெப்ப ஆற்றல் உள்ளூறை வெப்பம் ஆகும்.

- உருகுதல் நிகழ்வின் போது வெப்பமானது உட்கவரப்பட்டு அதே வெப்பமானது உறைதல் நிகழ்வின் போது (வெப்பநிலையில் எந்த வித மாற்றமும் இல்லாமல்) வெளிவிடப்படும் இந்த வெப்பத்தை உருகுதலின் உள்ளூறை வெப்பம் என்கிறோம். இது போல ஆவியாதலின் போது வெப்பமானது திரவத்தினால் உட்கவரப்படுகிறது. அதே அளவு வெப்பம் குளிர்ந்தல் நிகழ்வின் போது நீராவியினால் (வெப்பநிலையில் எந்த வித மாற்றமும் இல்லாமல்) வெளியிடப்படும். இந்த வெப்பத்தை ஆவியாகுதலின் உள்ளூறை வெப்பம் என்கிறோம்.

**தன் உள்ளூறை வெப்பம்:**

- உள்ளூறை வெப்பத்தை ஓரலகு நிறைக்கு வரையறுத்தல் அதனை தன் உள்ளூறை வெப்பம் எனலாம். இதனை  $L$  என்ற குறியீட்டினால் குறிப்பிடலாம்.  $Q$  என்பதை உட்கவரப்பட்ட அல்லது வெளிவிடப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவாகவும்,  $m$  என்பதை பொருளின் நிறையாகவும் கருதினால், தன் உள்ளூறை வெப்பம் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டில் குறிப்பிடலாம்.  $L = Q/m$ .

5 கிகி பனிக்கட்டி உருகுவதற்கு எவ்வளவு வெப்ப ஆற்றல் தேவை? (பனிக்கட்டியின் தன் உள்ளூறை வெப்பம் =  $336 \text{ Jg}^{-1}$ )

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டுள்ள தரவுகள்

$$m = 5 \text{ கிகி} = 5000 \text{ கி}, L = 336 \text{ Jg}^{-1}$$

$$\text{தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றல்} = m \times L$$

$$= 5000 \times 336$$

$$= 1680000 \text{ J அல்லது } 1.68 \times 10^6 \text{ J}$$

5.  $100^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையில் இருக்கும் நீரைப் பயன்படுத்தி 2 கிகி நிறையுள்ள பனிக்கட்டியுடன் சேர்த்த கலவையை  $0^\circ\text{C}$  வரை குளிர்விக்க எவ்வளவு வெந்நீர் தேவைப்படும்?

நீரின் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் =  $4.2 \text{ JKg}^{-1}\text{K}^{-1}$  மற்றும் பனிக்கட்டியின் உள்ளூறை வெப்பம் =  $336 \text{ Jg}^{-1}$

தீர்வு:

கொடுக்கப்பட்டுள்ள தரவுகள்:

$$\text{பனிக்கட்டியின் நிறை} = 2 \text{ kg} = 2000 \text{ g}$$

அ என்பது வெந்நீரின் நிறையென்க.

$$\text{இழந்த வெப்பம்} = \text{பெற்றுக் கொண்ட வெப்பம்}$$

$$m \times C \times \Delta t = m L$$

$$m \times 4.2 \times (100 - 0) = 2000 \times 336$$

$$\begin{aligned} & \frac{2000 \times 336}{4.2 \times 100} \\ m \times & \\ = & 1600 \text{ கி அல்லது } 1.6 \text{ கிகி} \end{aligned}$$

- ஒரு பொருள் திட, திரவ, வாயு ஆகிய நிலைகளில் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாறும்போது வெப்பநிலை மாறாமல் உட்கவரும் அல்லது வெளியிடப்படும் வெப்ப ஆற்றல் தன் உள்ளுறை வெப்பநிலை ஆகும். தன் உள்ளுறை வெப்பத்தின் SI அலகு J/kg.

### நினைவில் கொள்க.

- ❖ அதிக வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து குறைவான வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருளுக்கு வெப்பம் பரவுகிறது.
- ❖ வெப்பம் மூன்று வழிகளில் பரவுகிறது. வெப்பக் கடத்தல், வெப்பச்சலனம், வெப்பக்கதிர்வீச்சு. .
- ❖ வெப்பக்கடத்தல் திடப்பொருட்களிலும், வெப்பச்சலனம் திரவ மற்றும் வாயுப்பொருட்களிலும் நடைபெறுகின்றன.
- ❖ வெப்பக்கதிர்வீச்சு மின்காந்த அலைகளாக பரவுகிறது.
- ❖ வெப்பநிலையை அளப்பதற்கு மூன்று அளவீடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பாரன்ஹீட் அளவீடு, செல்சியஸ் அல்லது செண்டிகிரேடு அளவீடு, கெல்வின் அளவீடு.
- ❖ ஒரு பொருள் உட்கவரும் அல்லது வெளியிடும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு பொருளின் நிறை, வெப்பநிலை வேறுபாடு மற்றும் பொருளின் தன்மை ஆகிய மூன்று காரணிகளைப் பொறுத்து அமையும்.
- ❖ தன் வெப்ப ஏற்புத்திறனின் SI அலகு  $\text{JKg}^{-1} \text{K}^{-1}$
- ❖ வெப்ப ஏற்புத்திறனின் SI அலகு J/K.
- ❖ தன் வெப்ப ஏற்புத்திறனை C என்றும் வெப்ப ஏற்புத்திறனை ஊ<sup>1</sup> என்றும் குறிக்கிறோம்.
- ❖ வெப்பநிலை, அழுத்தம் மற்றும் வெப்பப் பரவல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து பருப்பொருளை ஒரு நிலையில் இருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாற்றலாம்.

## 10th அறிவியல் அலகு - 3 வெப்ப இயற்பியல்

### அறிமுகம்:

- அனைத்து உயிரினங்களும் வாழ்வதற்குத் தேவையான முதன்மையான வெப்ப ஆற்றல் சூரியனிடமிருந்து கிடைக்கிறது. வெப்ப ஆற்றல் என்பது காரணி மற்றும் வெப்பநிலை என்பது விளைவு. அனைத்து உயிரினங்களும் உயிர் வாழ்வதற்கு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை தேவைப்படுகிறது. சமையலறையில் தூண்டுதல் அடுப்பில் வைக்கப்படும் பாத்திரத்தின் அடிப்பகுதி எ.:கினால் செய்யப்பட்டிருப்பதன் காரணம் உங்களுக்குத் தெரியுமா? நம்மில் அனைவருக்கும் வெப்ப ஆற்றல் மற்றும் வெப்பநிலை பற்றி பொதுவான புரிதல் உண்டு. ஆனால் இப்பாடத்தில் அறிவியலின் கண்ணோட்டத்தில் வெப்பநிலை மற்றும் வெப்ப ஆற்றல் ஆகியவற்றை தெரிந்து கொள்ள உள்ளோம். மேலும் வெப்ப ஆற்றல் பரிமாற்றம் எவ்வாறு நடைபெறுகிறது. என்பதை பற்றியும் வெப்ப ஆற்றலினால் ஏற்படும் விளைவுகளைப் பற்றியும் படிக்க உள்ளோம்.

### வெப்ப நிலை:

- ஒரு பொருளில் இருக்கும் வெப்பத்தின் அளவு வெப்பநிலை என வரையறுக்கப்படுகிறது. குளிர்ச்சியான பொருளைவிட சூடான பொருளின் வெப்பநிலை அதிகம். ஒரு பொருள் சுற்றுப்பறத்துடன் வெப்பச் சமநிலையில் உள்ளதா அல்லது இல்லையா என்று கூறும் பண்பையும் வெப்ப நிலை 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.

### வெப்ப நிலையின் தனித்த அளவுகோல் (கெல்வின் அளவுகோல்):

- கெல்வின் அளவுகோலிலுள்ள தனிச்சுழி வெப்ப நிலையைப் 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  $K = C + 273$

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

$$O K = -273^{\circ}C$$

**வெப்ப சமநிலை:**

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பொருள்களுக்கிடையே எந்த வெப்ப ஆற்றல் பரிமாற்றமும் இல்லை எனில் அந்தப் பொருள்கள் வெப்பச் சமநிலையில் உள்ளது என்று பொருள். வெப்பநிலை வேறுபாட்டினால் வெப்ப ஆற்றல் ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்குப் பரவுகிறது. ஒரே வெப்பநிலையில் உள்ள இரண்டு பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று தொடுமாறு வைக்கப்பட்டால் என்ன நிகழும்? இந்த இரண்டு பொருட்களும் வெப்பச் சமநிலையினை அடையும் வரை சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ந்த நிலையில் உள்ள பொருளுக்கு தொடர்ந்து வெப்ப ஆற்றல் பரிமாற்றம் நடைபெறும்.

குளிர்ச்சியான பொருள், சூடான பொருள் உடன் தொடர்பில் உள்ள போது, வெப்ப ஆற்றல் சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ச்சியான பொருளுக்கு பரிமாற்றம் அடையும். இதனால் குளிர்ச்சியான பொருளின் வெப்பநிலை உயரவும், சூடான பொருளின் வெப்பநிலை குறையவும் செய்கிறது. இந்த இரண்டு பொருள்களும் சம வெப்பநிலையினை அடையும் வரை இது தொடர்ந்து நிகழும்

**வெப்ப ஆற்றல்:**

- ஒரு கோப்பையில் உள்ள சூடான பாலினை சிறிது நேரம் மேசையின் மீது வைத்தால், என்ன நிகழும்? சூடான பாலின் வெப்பம் சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு குறையும். இதே போல் ஒரு பாட்டிலில் உள்ள குளிர்ச்சியான நீரினை சிறிது நேரம் மேசையின் மீது வைக்கும்போது அதனுடைய வெப்பநிலை நிறிது அதிகரிக்கும். இந்த நிகழ்வுகளிலிருந்து நாம் என்ன தெரிந்து கொள்கிறோம்? சூடான பாலிலிருந்து ஆற்றலானது சுற்றுப்புறத்திற்குப் பரவுகிறது. அடுத்த நிகழ்வில் ஆற்றல் சுற்றுப்புறத்திலிருந்து நீர் உள்ள பாட்டிலுக்கு பரவுகிறது. இந்த ஆற்றலையே வெப்ப ஆற்றல் எனலாம். எனவே சூடான பொருள் குளிர்ச்சியான பொருளிற் கு அருகில் வைக்கப்பட்டால், சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ச்சியான பொருளிற் கு பரிமாற்றம் அடையும் ஆற்றலே வெப்ப ஆற்றல் என அழைக்கப்படுகிறது.
- எனவே, வெப்ப ஆற்றல் என்பது ஒரு வகையான ஆற்றல், இது இரு வேறு வெப்பநிலையில் உள்ள இரண்டு பொருட்களுக்கு இடையே பரிமாற்றம் அடைகிறது. வெப்ப ஆற்றலினை சாதாரணமாக “வெப்பம்” எனவும் அழைக்கலாம்.
- எனவே, வெப்ப ஆற்றல் என்பது ஒரு வகையான ஆற்றல். இது இரு வேறு வெப்பநிலையில் உள்ள இரண்டு பொருட்களுக்கு இடையே பரிமாற்றம் அடைகிறது. வெப்ப ஆற்றலினை சாதாரணமாக “வெப்பம்” எனவும் அழைக்கலாம்.
- ஒரு பொருள் வெப்பத்தினை உணர்வதற்கும், அந்தப் பொருள் வெப்பம் அடைவதற்கும் வெப்ப ஆற்றல் ஓர் காரணியாக செயல்படுகிறது. வெப்பநிலை அதிகமாக உள்ள பொருளிலிருந்து வெப்பநிலை குறைவாக உள்ள பொருளிற் கு வெப்ப ஆற்றல் பரவும் இந்த நிகழ்விற்கு வெப்பப்படுத்துதல் என்று பெயர். வெப்பக் கடத்தல், வெப்பச் சலனம் மற்றும் வெப்பக்

கதிர்வீசல் ஆகிய எதாவது ஒரு வழிகளில் வெப்பப்பரவல் நடைபெறுகிறது. வெப்பம் என்பது ஓர் ஸ்கேலார் அளவு ஆகும். வெப்ப ஆற்றல் உட்கவர்தல் அல்லது வெளியிடுதலின் SI அலகு ஜூல் (J) ஆகும்.

- வெப்ப ஆற்றல் பரிமாற்றத்தின் போது குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருள் வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. இதுபோல அதிக வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருள் குளிர்விக்கப் படுகிறது. இதனால் சில நேரங்களில் வெப்ப ஆற்றல் பரிமாற்றம் என்பது குளிர்வித்தல் எனவும் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஆனால் பல நிகழ்வுகளில் குளிர்வித்தல் என்பதற்குப் பதிலாக வெப்பப்படுத்துதல் என்றே பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளிற் கு வெப்ப ஆற்றல் பரிமாற்றம் அடையும் போது, இரண்டு பொருள்களில் ஒன்றில் வெப்பநிலை குறையவோ அல்லது அதிகரிக்கவோ செய்கிறது.

**வெப்ப ஆற்றல் மாற்றத்தின் சிறப்பு அம்சங்கள்:**

1. வெப்பம் எப்போதும் வெப்பநிலை அதிகமாக உள்ள பொருளிலிருந்து வெப்பநிலை குறைவாக உள்ள பொருளுக்குப் பரவும்
2. ஒரு பொருளை வெப்பப்படுத்து போதோ அல்லது குளிர்விக்கும் போதோ பொருளின் நிறையில் எந்த மாற்றமும் ஏற்படுவது இல்லை.
3. எந்த ஒரு வெப்ப பரிமாற்றத்திலும், குளிர்சியான பொருளினால் ஏற்கப்பட்ட வெப்பம், சூடான பொருளினால் இழக்கப்பட்ட வெப்பத்திற்குச் சமம்.  
ஏற்கப்பட்ட வெப்பம் = இழக்கப்பட்ட வெப்பம்

**வெப்ப ஆற்றலின் பிற அலகுகள்:**

- வெப்ப ஆற்றலின் SI அலகு ஜூல். நடைமுறையில் சில இதர அலகுகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை

**கலோரி:**

- ஒரு கிராம் நிறையுள்ள நீரின் வெப்பநிலையை  $1^{\circ}\text{C}$  உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு ஒரு கலோரி என வரையறுக்கப்படுகிறது.

**கிலோகலோரி:**

- ஒரு கிலோகிராம் நிறையுள்ள நீரின் வெப்பநிலையை  $1^{\circ}\text{C}$  உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு 1 கிலோகலோரி என வரையறுக்கப்படுகிறது.

**வெப்ப ஆற்றலின் விளைவுகள்:**

- ஒரு பொருளிற் கு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்ப ஆற்றலை அளிக்கும் போது, அப்பொருளானது ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கீழ்க்கண்ட மாற்றங்களுக்கு உட்படும்.
- பொருளின் வெப்பநிலை உயரும்

- திட நிலையிலுள்ள ஒரு பொருள் திரவ நிலைக்கோ அல்லது திரவ நிலையிலுள்ள ஒரு பொருள் வாயு நிலைக்கோ மாற்றம் அடையும்.
- வெப்பப்படுத்தும் போது பொருளானது விரிவடையும்
- ஒரு பொருளின் வெப்பநிலை உயர்வானது அப்பொருளிற் கு அளிக்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றலைச் சார்ந்தது. மேலும் இது பொருளின் தன்மை மற்றும் நிறையைப் பொறுத்து மாறுபடும். வெப்ப ஆற்றலினால் பொருளின் வெப்பநிலை உயர்வது பற்றியும் மற்றும் நிலை மாற்றம் பற்றியும் முந்தைய வகுப்புகளில் படித்துள்ளோம். பின்வரும் பிரிவுகளில் வெப்ப ஆற்றலினால் பொருள் எவ்வாறு விரிவடைகின்றது என்பதைப் பற்றிப் பார்ப்போம்.

### பொருளில் வெப்பவிரிவு:

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

### திடப் பொருளில் வெப்ப விரிவு:

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

திடப்பொருளில் ஏற்படும் வெப்ப விரிவின் வகைகள்

1. நீள் வெப்ப விரிவு
2. பரப்பு வெப்ப விரிவு
3. பரும வெப்ப விரிவு

### நீள் வெப்ப விரிவு:

- ஒரு திடப்பொருளை வெப்பப்படுத்துதலின் விளைவாக, அப்பொருளின் நீளம் அதிகரிப்பதால் ஏற்படும் விரிவு நீள் வெப்ப விரிவு எனப்படும்.
- ஓரலகு வெப்பநிலை உயர்வால் பொருளின் நீளத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கும் ஓரலகு நீளத்திற்கும் உள்ள தகவு நீள் வெப்ப விரிவு குணகம் என அழைக்கப்படும். இதன் SI அலகு கெல்வின்<sup>-1</sup> நீள் வெப்ப விரிவு குணகத்தின் மதிப்பு பொருளுக்கு பொருள் மாறுபடும்.

- நீள மாறுபாட்டுக்கும், வெப்பநிலை மாறுபாட்டுக்கும் உள்ள தொடர்பினை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

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

$\Delta L$  - நீளத்தில் ஏற்படும் மாற்றம்

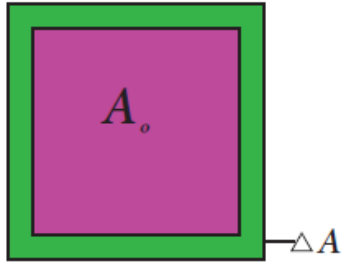
$L_0$  - உண்மையான நீளம்

$\Delta T$  - வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றம்

$\alpha_L$  - நீள்வெப்ப விரிவு குணகம்

#### பரப்பு வெப்ப விரிவு:

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



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

$\Delta A$  - பரப்பில் ஏற்படும் மாற்றம்

$A_0$  - உண்மையான பரப்பு

$\Delta T$  - வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றம்

$\alpha_A$  - பரப்பு வெப்ப விரிவு குணகம்

#### பரும வெப்ப விரிவு:

- ஒரு திடப் பொருளை வெப்பப்படுத்துதலின் விளைவாக அப்பொருளின் பருமன் அதிகரிப்பதால் ஏற்படும் விரிவு பரும வெப்ப விரிவு எனப்படும். நீள் வெப்ப விரிவு மற்றும் பரப்பு வெப்ப விரிவினைப் போல், பரும வெப்ப விரிவினை பரும வெப்ப விரிவு குணகத்தின் மூலம் கணக்கிடலாம்.

- ஓரலகு வெப்பநிலை உயர்வால் பொருளின் பருமனில் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கும் ஓரலகு பருமனுக்கு உள்ள தகவு பரும வெப்ப விரிவு குணகம் என அழைக்கப்படும். இதன் SI அலகு கெல்வின்<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

$\alpha_v$  = பரும விரிவு குணகம்

- பொருளுக்குப் பொருள் பரும வெப்ப விரிவு குணத்தின் மதிப்பு மாறுபடும். சில பொருள்களின் பரும வெப்ப விரிவு குணகத்தின் மதிப்புகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

சில பொருள்களின் பரும வெப்ப விரிவு குணகத்தின் மதிப்பு

வ.எண்	பொருளின் பெயர்	பரும வெப்ப விரிவு குணகத்தின் 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 வெப்ப விரிவு:**

- 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 வெப்ப விரிவு திட மற்றும் திரவப் பொருள்களை விட அதிகமாகவும், திடப் பொருளை ஒப்பிடும் போது திரவப் பொருள்களில் அதிகமாகவும் இருக்கும். பரும வெப்ப விரிவு குணகத்தின் மதிப்பு திரவத்தில் வெப்பநிலையைச் சார்ந்ததல்ல. ஆனால் வாயுவில், இதன் மதிப்பு வெப்ப நிலையைச் 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



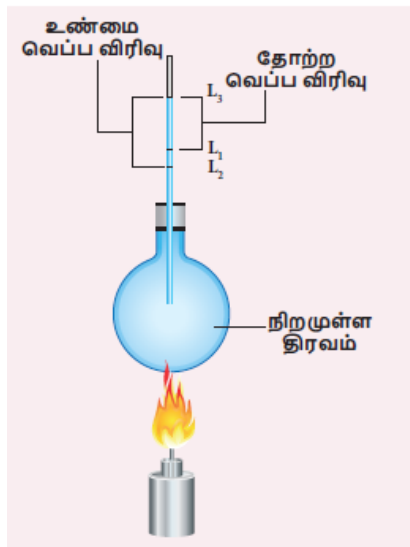
விரிவை நேரடியாக கணக்கிட இயலாது. எனவே திரவத்தில் ஏற்படும் வெப்ப விரிவினை உண்மை வெப்ப விரிவு மற்றும் தோற்ற வெப்ப விரிவு என இருவழிகளில் வரையறுக்கலாம்.

### உண்மை வெப்ப விரிவு:

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

### தோற்ற வெப்ப விரிவு:

- 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 வெப்ப விரிவு அல்ல. கொள்கலனின் விரிவினை பொருட்படுத்தாமல் திரவத்தின் தோற்ற விரினை மட்டும் கணக்கில் கொள்வதே திரவத்தின் தோற்ற வெப்ப விரிவு என அழைக்கப்படும்.
- ஓரலகு வெப்பநிலை உயர்வால் திரவத்தில் அதிகரிக்கும் தோற்ற பருமனுக்கும் அத்திரவத்தின் ஓரலகு பருமனுக்கும் உள்ள தகவு உண்மை தோற்ற விரிவு குணகம் என அழைக்கப்படும். இதன் SI அலகு கெல்வின்<sup>-1</sup> ஆகும்.
- உண்மை வெப்ப விரிவு மற்றும் தோற்ற வெப்ப விரிவினை கணக்கிடுவதற்கான சோதனை:



- உண்மை வெப்ப விரிவு மற்றும் தோற்ற வெப்ப விரிவு கணக்கிட வேண்டிய திரவத்தினை கொள்கலனில் நிரப்பி சோதனையை தொடங்கலாம். இப்பொழுது கொள்கலனில் உள்ள திரவத்தின் நிலையை  $L_1$  என குறித்துக்கொள்ளலாம். பிறகு கொள்கலன் மற்றும் திரவத்தினை காட்டியுள்ளவாறு வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. தொடக்கத்தில் கொள்கலனாது வெப்ப ஆற்றலைப் பெற்று விரிவடையும். அப்போது திரவத்தின் பருமன் குறைவதாகத் தோன்றும். இப்பொழுது இந்த நிலையை  $L_2$  எனக் குறித்துக்கொள்ளலாம். மேலும் வெப்பப்படுத்தும் போது திரவமானது விரிவடைகிறது. தற்போது திரவத்தின் நிலையை  $L_3$  எனக் குறித்துக்கொள்ளலாம். நிலை  $L_1$  மற்றும்  $L_3$  க்கு இடையேயான வேறுபாடு தோற்ற வெப்ப விரிவு எனவும், நிலை  $L_2$  மற்றும்  $L_3$  இடையேயான வேறுபாடு உண்மை வெப்ப விரிவு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. எப்போதும் உண்மை வெப்ப விரிவு தோற்ற வெப்ப விரிவை விட அதிகமாக இருக்கும்.

$$\text{உண்மை வெப்ப விரிவு} = L_3 - L_2$$

$$\text{தோற்ற வெப்ப விரிவு} = L_3 - L_1$$

### வாயுக்களின் அடிப்படை விதி:

- வாயுக்களின் அழுத்தம், கன அளவு மற்றும் வெப்பநிலை ஆகியவற்றை தொடர்புபடுத்தும் மூன்று அடிப்படை விதிகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அவை

1. பாயில் விதி
2. சார்லஸ் விதி
3. அவகேட்ரோ விதி

### 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.

$$\text{அதாவது } PV = \text{மாறிலி}$$

### சார்லஸ் விதி (பரும விதி)

- பிரெஞ்சு அறிவியல் அறிஞர் ஜேக்கஸ் சார்லஸ் என்பவர் இவ்விதியினை நிறுவினார். இவ்விதியின் படி, மாறா அழுத்தத்தில் வாயுவின் பருமன் அவ்வாயுவின் வெப்பநிலைக்கு நேர்த்தகவில் அமையும்.

$$\text{அதாவது } V \propto T$$

$$\text{அல்லது } \frac{V}{T} = \text{மாறிலி}$$

### அவகேட்ரோ விதி:

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

### அதாவது $V \propto n$

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

- 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 எந்த வாயுக்களும் நல்லியல்பு தன்மை வாய்ந்தது அல்ல. எல்லா வாயுவின் மூலக்கூறுகளும் அவைகளுக்கிடையே குறிப்பிடத்தக்க அளவுக்கு இடைவினை புரிகின்றன. ஆனால் இந்த இடைவினைகள் குறவான அழுத்தம் மற்றும் உயர் வெப்ப நிலையில் வலு குறைந்து காணப்படுகின்றன. ஏனெனில் நல்லியல்பு வாயுக்களில் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசையின் வலிமை குறைவு. எனவே இயல்பு வாயுவை குறைவான அழுத்தம் மற்றும் உயர் வெப்ப நிலையில் நல்லியல்பு வாயு எனக் குறிப்பிடலாம்.
- நல்லியல்பு வாயுக்கள் பாயில் விதி, சார்லஸ் விதி மற்றும் அவகேட்ரோ விதிகளுக்கு உட்படுகின்றன. இந்த விதிகள் யாவும் வாயுவின் அழுத்தம், பருமன், வெப்பநிலை மற்றும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றிற்கு

இடையேயான தொடர்பை தருகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் உள்ள நல்லியல்பு வாயுவில் 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.

### நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாடு

- நல்லியல்பு வாயுக்களின் பண்புகளை (அழுத்தம், பருமன், வெப்பநிலை மற்றும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை) தொடர்பு படுத்தும் சமன்பாடு அவ்வாயுக்களின் நல்லியல்பு சமன்பாடு ஆகும். ஒரு நல்லியல்பு வாயுவானது பாயில் விதி, சார்லஸ் விதி மற்றும் அவகேட்ரோ விதிகளுக்கு உட்படும்.

பாயில் விதிப்படி

$$PV = \text{மாறிலி}$$

சார்லஸ் விதிப்படி,

$$V/T = \text{மாறிலி}$$

அவகேட்ரோ விதிப்படி

$$V/n = \text{மாறிலி}$$

சமன்பாடு மற்றும் சமன்பாடுகளிலிருந்து

$$PV/nT = \text{மாறிலி}$$

- மேற்கண்ட இந்த சமன்பாடு வாயு இணைசமன்பாடு 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 பொது வாயு மாறிலி என அழைக்கப்படும். இதன் மதிப்பு  $8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$

$$P_V = RT$$

### நினைவில் கொள்க

- வெப்ப ஆற்றல் உட்கவர்தல் அல்லது வெளியிடுதலின் SI அலகு ஜூல் (J)

- வெப்ப ஆற்றலானது எப்பொழுதும் வெப்ப நிலை அதிகமாக உள்ள பொருளிலிருந்து இருந்து வெப்பநிலை குறைவாக உள்ள பொருளிற் கு பரவும்.
- ஒரு பொருளில் இருக்கும் வெப்பத்தின் அளவு வெப்பநிலை என வரையறுக்கப்படுகிறது. இதன் SI அலகு கெல்வின் (K)
- அனைத்துப் பொருட்களும் வெப்பப்படுத்தும் போது கீழ்க்கண்ட ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மாற்றங்களுக்க உட்படுகின்றன.
  - பொருளின் வெப்பநிலை உயரும்
  - திட நிலையிலுள்ள ஒரு பொருள் திரவ நிலைக்கோ அல்லது திரவ நிலையிலுள்ள ஒரு பொருள் வாயு நிலைக்கோ மாற்றம் அடையும்.
  - வெப்பப்படுத்தும்போது பொருளானது விரிவடையும்
- அனைத்து வகையான பொருள்களும் (திட, திரவ மற்றும் வாயு) வெப்பப்படுத்தும் போது விரிவடையும்.
- ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பநிலை உயரும் போது, திரவத்தில் ஏற்படும் விரிவு திடப்பொருளை விட அதிகமாகவும், வாயுக்களில் ஏற்படும் விரிவு திட மற்றும் திரவ பொருட்களில் ஏற்படும் விரிவை விட அதிகமாக இருக்கும்.
- எந்த ஒரு கொள்கலன்களும் இல்லாமல் நேரடியாக திரவத்தினை வெப்பப்படுத்தும் போது ஏற்படும் விரிவு உண்மை வெப்ப விரிவு எனப்படும்.
- கொள்கலனின் விரிவினை பொருட்படுத்தாமல் திரவத்தின் தோற்ற விரிவினை மட்டும் கணக்கில் கொள்வதே திரவத்தின் தோற்ற வெப்ப விரிவு என அழைக்கப்படும்.
- திரவத்திற்கு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்ப ஆற்றல் அளிக்கும் போது ஏற்படும் உண்மை வெப்ப விரிவு, தோற்ற வெப்ப விரிவினை விட அதிகமாக இருக்கும்.
- ஒன்றோடு ஒன்று இடைவினை புரியாமல் இருக்கும் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளை உள்ளடக்கிய வாயுக்களே நல்லியல்பு வாயுக்கள் எனப்படும்.
- நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாடு  $PV = RT$ . இது வாயுக்களின் நிலைச்சமன்பாடு எனவும் அழைக்கப்படும். இதில் R என்பது பொது வாயு மாறிலி  $8.31\text{Jmol}^{-1}\text{K}_1$ ) ஆகும்.

**தீர்க்கப்பட்ட கணக்குகள்:**  
**எடுத்துகாட்டு**

- 70 மிலி கொள்ளளவு உள்ள கொள்கலனில் 50 மிலி திரவம் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. திரவம் அடங்கிய கொள்கலனை வெப்பப்படுத்தும் போது

திரவத்தில் நிலை கொள்கலனில் 50 – மிலி-லிருந்து 485 மிலி ஆக குறைகிறது. மேலும் வெப்பப்படுத்தும் போது கொள்கலனில் திரவத்தின் நிலை 51.2 மிலி ஆக உயருகிறது எனில் திரவத்தின் உண்மை வெப்ப விரிவு மற்றும் தோற்ற வெப்ப விரிவைக் கணக்கிடுக.

**தீர்வு:**

திரவத்தின் ஆரம்ப நிலை  $L_1 = 50$  மிலி  
 கொள்கலனின் விரிவால் திரவத்தின் நிலை  $L_2 = 48.5$  மிலி  
 திரவத்தின் இறுதி நிலை  $L_3 = 51.2$  மிலி  
 தோற்ற வெப்ப விரிவு  $L_3 - L_1$   
 $= 51.2$  மிலி -  $50$  மிலி  $= 1.2$  மிலி  
 உண்மை வெப்ப விரிவு  $= L_3 - L_2$   
 $= 51.2$  மிலி -  $48.5$  மிலி  $= 2.7$  மிலி

**எடுத்துக்காட்டு 2**

- மாறாத வெப்பநிலையில் உள்ள வாயுவின் அழுத்தத்தை நான்கு மடங்கு அதிகரிக்கும்போது, அவ்வாயுவின் பருமன் 20 cc ( $V_1$ , cc) லிருந்து  $V_2$  cc ஆக மாறுகிறது எனில், பருமன்  $V_2$  cc வைக் கணக்கிடுக.

**தீர்வு:**

தொடக்க அழுத்தம் ( $P_1$ ) = P  
 இறுதி அழுத்தம் ( $P_2$ ) = 4P  
 தொடக்க பருமன் ( $V_1$ ) = 20 cc = 20 cm<sup>3</sup>  
 இறுதி பருமன் ( $V_2$ ) = ?  
 பாயில் விதியின் படி,

PV = மாறிலி

$P_1V_1 = P_2V_2$

$$V_2 = \frac{P_1}{P_2} \times V_1$$

$$= \frac{P}{4P} \times 20 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = 5 \text{ cm}^3$$

## 11<sup>TH</sup> இயற்பியல் தொகுதி – 2 அலகு – 8

### வெப்பமும் வெப்ப இயக்கவியலும் (Heat and Thermodynamics)

வெப்பம் மற்றும் வெப்பநிலை:

அறிமுகம்:

வெப்பநிலை மற்றும் வெப்ப இவ்விரண்டும், அன்றாட வாழ்வில் மிக முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. அனைத்து உயிரினங்களும் சரிவர செயல்படுவதற்கு அவற்றின் உடல் வெப்பநிலையை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் பராமரித்தல் அவசியமாகும். உண்மையில் உயிரினங்கள் வாழ்வதற்குத் தேவையான வெப்பநிலையை சூரியனே தருகிறது. இயற்கையைப் புரிந்து கொள்வதற்கு மிகவும் அடிப்படையானது வெப்பநிலை மற்றும் வெப்பத்தைப் பற்றிய புரிதலாகும். வெப்பநிலை, வெப்பம் போன்றவற்றை விளக்கும் இயற்பியலின் ஒரு பிரிவே வெப்ப இயக்கவியல், இந்த அலகில் வழங்கப்பட்டுள்ள கருத்துக்கள் வெப்பம், குளிர்ச்சி மற்றும் வெப்பநிலையை வெப்பத்திலிருந்து வேறுபடுத்திப் பர்ப்பதற்கு துணைபுரியும். வெப்ப இயக்கவியலில் உள்ள வெப்பம் மற்றும் வெப்பநிலை இவ்விரண்டும் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருங்கியத் தொடர்புடைய வெவ்வேறு இயற்பியல் அளவுகளாகும்.

#### வெப்பத்தின் உட்கருத்து

குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளின் மீது, அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளை வைக்கும் போது, அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலையுள்ள பொருளுக்கு தன்னிச்சையாக ஆற்றல் பரிமாற்றம் ஏற்படும். இவ்வாற்றலுக்கு வெப்ப ஆற்றல் அல்லது வெப்பம் என்று பெயர். இவ்வாற்றல் பரிமாற்ற நிகழ்வே வெப்பப்படுத்துதல் என்று அழைக்கப்படும். இந்த வெப்பப்பரிமாற்றத்தினால் சில நேரங்களில் பொருளின் வெப்பநிலை உயரும் அல்லது மாற்றம் ஏற்படாமல் அதே வெப்பநிலையிலேயே நீடிக்கும்.

வெப்பம் என்பது ஆற்றல் அளவு என்ற தவறான புரிதல் சில நேரங்களில் ஏற்படுவதுண்டு. "இது மிகவும் வெப்பமான தண்ணீர்; "இது வெப்பம் குறைந்த தண்ணீர்" போன்றவை பொருளற்ற வாக்கியங்களாகும். ஏனெனில், வெப்பம் என்பது ஒரு அளவு அல்ல; அது உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலை உள்ள பொருளுக்கே பாயும் பரிமாற்ற ஆற்றலாகும். வெப்பப்படுத்தும் நிகழ்வு முடிவுற்றப் பின்னர் வெப்பம் என்ற வார்த்தையை நாம் பயன்படுத்தக்கூடாது. வெப்பம் என்பது பரிமாற்றமடையும் ஆற்றலை குறிக்குமேயன்றி பொருளில் சேமித்துவைக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றலைக் குறிக்காது.

எடுத்துக்காட்டு:

- இந்த ஏரியில் அதிக மழை உள்ளது.
- குவளையில் உள்ள சூடான தேநீரில் அதிக வெப்பம் உள்ளது. இவ்விரண்டு கூற்றுகளில் உள்ள தவறு எது?

தீர்வு:

மழைபொழியும் போது, மேகங்களிலிருந்து ஏரி தண்ணீரைப் பெறுகிறது. மழை பொழிவது நின்றவுடன் ஏரி முன்பு இருந்ததை விட அதிகத் தண்ணீரைப் பெற்றிருக்கும். இங்கு மழை என்பது மேகங்களிலிருந்து தண்ணீரைப் பெறும் ஒரு செயலாகும். மழை பொழிவது ஒரு அளவு அல்ல. மாறாக மழை மேகங்கள் தண்ணீராக மாற்றமடைந்து ஏரிக்கு செல்வதைக் குறிக்கும். எனவே ஏரியில் அதிக மழை உள்ளது என்று கூறுவது தவறாகும். மாறாக ஏரியில் அதிகத் தண்ணீர் உள்ளது என்று கூறுவதே பொருத்தமானதாகும்.

குவளையில் உள்ளதேநீர் வெப்பப்படுத்துவதால் அடுப்பிலிருந்து வெப்பத்தைப் பெறுகிறது. தேநீரை இறக்கி வைத்தவுடன் அது முன்பிருந்ததைவிட அதிக அக ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும். வெப்பம் என்பது உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்து, குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளுக்கு ஆற்றல் செல்வதைக் குறிக்கிறது. வெப்பம் ஓர் அளவு அல்ல. எனவே குவளையில் உள்ள தேநீரில் அதிக வெப்பம் உள்ளது என்று கூறுவதை வி குவளையில் உள்ள தேநீர் அதிக சூடாக உள்ளது என்பதே பொருத்தமானதாகும்.

**வேலையின் உட்கருத்து:**

உங்களின் இரண்டு உள்ளங்கைகளையும் ஒன்றுடன் ஒன்று தேய்க்கும்போது, அவற்றின் வெப்பநிலை உயர்வதை காணலாம். உங்கள் உள்ளங்கைகளின் மீது ஒரு வேலை செய்யப்படுகிறது. அந்த செய்யப்பட்ட வேலையால்தான் வெப்பநிலை உயர்ந்துள்ளது. தற்போது உங்கள் உள்ளங்கைகளை கன்னத்தின் மீது வைக்கும்போது, கன்னத்தின் வெப்பநிலை உயர்வதைக் காணலாம். ஏனென்றால் உள்ளங்கைகளில் வெப்பநிலை கன்னத்தில் வெப்பநிலையை விட அதிகம். அதனால் வெப்பம் உள்ளங்கையிலிருந்து கன்னத்திற்கு பாய்கிறது. மேலே கூறப்பட்ட எடுத்துக்காட்டிலிருந்து நாம் அறிவது என்னவென்றால் உள்ளங்கைகளின் வெப்பநிலை உயர்ந்தது செய்யப்பட்ட வேலையினால், கன்னத்தின் வெப்பநிலை உயர்ந்தது உள்ளங்கைகளிலிருந்து, கன்னத்திற்கு வெப்பம் பரிமாற்றப்பட்டதால், தான் இவை காட்டப்பட்டுள்ளன.

அமைப்பு ஒன்றின் மீது வேலை செய்யப்படும் போது சில நேரங்களில், அமைப்பின் வெப்பநிலை உயரும்.

அல்லது சில நேரங்களில் அதே நிலையில் நீடிக்கும். வெப்பத்தைப் போன்றே வேலையும் ஒரு அளவு அல்ல. அது ஆற்றலை பரிமாற்றும் ஒரு செயலாகும். எனவே இந்தப்பொருள் அதிக வேலையைப் பெற்றுள்ளது அல்லது குறைந்த வேலையைப் பெற்றுள்ளது போன்ற வாக்கியங்களைப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

அமைப்பு, சூழலின் மீது ஒரு வேலையைச் செய்து அச்சூழலுக்கு ஆற்றலை மாற்றம் செய்யும் அல்லது சூழல், அமைப்பின் மீது ஒரு வேலையை செய்து அந்த அமைப்பிற்கு ஆற்றலை மாற்றம் செய்யும். எனவே ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு வேலை மூலமாக ஆற்றலை மாற்றுவதற்கு அவ்விரண்டு பொருள்களும் வெவ்வேறு வெப்பநிலையில் இருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை.

**வெப்பநிலையின் உட்கருத்து:**

வெப்பநிலை என்பது பொருளொன்றின் சூடுதன்மை அல்லது குளிர்த்தன்மையைக் குறிப்பதாகும். சூடாக உள்ள பொருளொன்றின் வெப்பநிலை உயர்ந்த மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும். இரண்டு பொருள்கள் வெப்பத் தொடர்பில் உள்ள



போது அவைகளுக்கிடையே பாயும் வெப்பத்தின் திசையை வெப்பநிலை தீர்மானிக்கிறது.

வெப்பநிலையின் SI அலகு கெல்வின் (K)

குறிப்பு: வெப்ப இயக்கவியலிலும் அழுத்த அலகு வாயுக்களின் இயக்கவியற் கொள்கை இரண்டிலும், நாம் எந்த கணக்கீடு செய்யும் போது, வெப்பநிலையை கெல்வின் அலகில் மட்டுமே பயன்படுத்த வேண்டும்.

நடைமுறையில் செல்சியஸ் ( $^{\circ}\text{C}$ ) மற்றும் பாரன்ஹீட் ( $^{\circ}\text{F}$ ) என்ற அளவுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வெப்பநிலைமானியைக் கொண்டு (Thermometer) பொருளின் வெப்பநிலையை அளந்தறியலாம்.

ஒரு வெப்பநிலை அளவிடும் முறையிலிருந்து மற்றொரு வெப்பநிலை அளவிடும் முறைக்கு மாற்றுவதற்கான கணக்கீட்டு முறைகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

**பருப்பொருளின் வெப்பப்பண்புகள்:**

பாயில் விதி, சார்லஸ் விதி மற்றும் நல்லியல்பு வாயு விதி:

பருமன்  $V$  கொண்ட கொள்கலனில் குறைந்த அழுத்தத்தில் (அடர்த்தி) உள்ள வாயு ஒன்றினைக் கொண்டு நிகழ்த்தப்பட்ட சோதனையிலிருந்து பின்வரும் முடிவுகள் கிடைக்கின்றன.

- மாறா வெப்பநிலையிலுள்ள வாயு ஒன்றின் அழுத்தம், அதன் பருமனுக்கு எதிர்விகிதத்திலிருக்கும்  $\left(P \propto \frac{1}{V}\right)$  இதனை இராபர்ட் பாயில் (Robert Boyle) என்பவர் (1627 - 1691) கண்டறிந்தார். எனவே இவ்விதி பாயில்விதி என அழைக்கப்படுகிறது.

வெப்பநிலையை ஒரு அளவிடும் முறையிலிருந்து மற்றொரு அளவிடும் முறைக்கு மாற்றுவதற்கான வழிமுறை

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

- மாறா அழுத்தத்திலிருந்து வாயு ஒன்றின் பருமன், அதன் வெப்பநிலைக்கு (கெல்வின்) நேர்த்தகவிலிருக்கும்.  $V \propto T$

- இதனை ஜாக்ஸ் சார்லஸ் (Jacques Charles) (1743-1823) என்பவர் கண்டறிந்தார். எனவே இவ்விதி சார்லஸ் விதி என்று அழைக்கப்படுகிறது. இவ்விரண்டு விதிகளையும் ஒன்றிணைக்கும்போது பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கும்

$PV = CT$  இங்கு  $C$  என்பது நேர்க்குறி கொண்ட மாறிலியாகும்.

இந்த நேர்க்குறி மாறிலி  $C$  கொள்கலனிலுள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும் என்பதை பின்வரும் விவாதத்தின் மூலம் அறியலாம். ஒத்த பருமன்  $V$ , அழுத்தம்  $P$  மற்றும் வெப்பநிலை  $T$ , கொண்ட ஒரே வகையான வாயுவால் இவ்விரண்டு கொள்கலன்களும் நிரப்பப்பட்டுள்ளன என்க. இரண்டு கொள்கலனிலும் உள்ள வாயு மேலே குறிப்பிட்டுள்ள  $PV = CT$  என்ற சமன்பாட்டின் படி செயல்படும். இவ்விரண்டு

தனித்தனியான கொள்கலனையும் காட்டியுள்ளவாறு ஒரே அமைப்பாகக் கருதினால் அவ்வாயுவின் அழுத்தம் மற்றும் வெப்பநிலை ஒரே மதிப்பினைப் பெறும் ஆனால் பருமனும் மற்றும் வெப்பநிலை துகள்களின் எண்ணிக்கையும் இரண்டு மடங்காகும்.

ஆகவோ வாயுவின் பருமன்  $2V$  மற்றும் துகள்களின் எண்ணிக்கை  $2C$ . எனவே நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாடு  $\frac{P(2V)}{T} = 2C$ . இச்சமன்பாடு நமக்கு உணர்த்துவது

என்னவென்றால் நேர்க்குறி மாறிலி  $C$  கண்டிப்பாக வாயுவினுள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கையை சார்ந்திருக்கும் என்பதாகும். மேலும் இதன் பரிமாணம்  $\left[\frac{PV}{T}\right] = JK^{-1}$  இந்த நேர்க்குறி மாறிலி  $C$  ஐ துகள்களின் எண்ணிக்கை ( $N$ ) யின்  $k$  மடங்கு என எழுதலாம். இங்கு  $k$  என்பது பொது மாறிலியான போல்ட்ஸ்மென் மாறிலியாகும். ( $1.381 \times 10^{-23} JK^{-1}$ )

$$PV = NkT$$

சமன்பாடு ஐ மோல்களின் அடிப்படையிலும் எழுதலாம்.

வாயு ஒன்று  $\mu$  மோல்கள் கொண்ட துகள்களைப் பெற்றிருந்தால், அவ்வாயுவினுள்ள மொத்தத்துகள்களின் எண்ணிக்கையை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$N = \mu N_A$$

இங்கு  $N_A$  என்பது அவகாட்ரோ எண் ( $6.023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ) ஆகும். சமன்பாடு இல் உள்ள  $N$  இன் மதிப்பை பிரதியிடும்போது  $PV = \mu N_A kT$  எனக்கிடைக்கும். இங்கு  $N_A k = R$  என்பது பொது வாயுமாறிலி என அழைக்கப்படும். இதன் மதிப்பு  $8.314 \text{ J/mol.K}$ .

எனவே  $\mu$  மோல் கொண்ட நல்லியல்பு வாயு ஒன்றின் வாயுச் சமன்பாட்டை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

இச்சமன்பாட்டிற்கு நல்லியல்பு வாயுவின் நிலைச்சமன்பாடு (equation of state) என்று பெயர். இச்சமன்பாடு சமநிலையிலுள்ள வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு ஒன்றின் அழுத்தம், பருமன் மற்றும் வெப்பநிலையை ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்புபடுத்துகிறது.

எடுத்துக்காட்டு

8 km தொலைவிலிருந்து மிதிவண்டியின் மூலம் பள்ளிக்கு வரும் மாணவியின், மிதிவண்டியின் சக்கரத்தின் காற்றழுத்தம்  $27^{\circ}\text{C}$  இல் 240 kPa. அம்மாணவி பள்ளியை அடைந்தவுடன் சக்கரத்தின் வெப்பநிலை  $39^{\circ}\text{C}$  எனில் சக்கரத்தின் காற்றழுத்தத்தின் மதிப்பினைக் காண்க.

தீர்வு:

சக்கரத்தில் உள்ள காற்றினை நல்லியல்பு வாயுவாகக் கருதினால், வாயு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் சக்கரத்தின் பருமனும் இங்கு மாறிலியாகும். எனவே  $27^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையிலுள்ள வாயு மூலக்கூறுகள்  $P_1V_1 = NkT_1$  இலட்சிய வாயுச் சமன்பாட்டையும்,  $39^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையிலுள்ள வாயு மூலக்கூறுகள்  $P_2V_2 = NkT_2$  என்ற இலட்சிய வாயுச் சமன்பாட்டையும் நிறைவு செய்யும்.

இங்கு  $T_1$  மற்றும்  $T_2$  என்பது கெல்வின் வெப்பநிலை ஆகும்.

$$V_1 = V_2 = V$$

$$\frac{P_1V}{P_2V} = \frac{NkT_1}{NkT_2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{T_2}{T_1} P_1$$

$$P_2 = \frac{312\text{K}}{300\text{K}} \times 240 \times 10^3 \text{ Pa} = 249.6 \text{ kPa}$$

எடுத்துக்காட்டு

$37^{\circ}\text{C}$  உடல் வெப்ப நிலையுடைய மனிதரொருவர் சுவாசிக்கும் போது, அவரின் நுரையீரலில் 5.5 லிட்டர் காற்று 1 வளி மண்டல அழுத்தத்தில் ( $1 \text{ atm} = 101 \text{ kPa}$ ) உள்ளே செல்கிறது. மனிதரின் நுரையீரலில் உள்ள ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுக. (குறிப்பு : காற்றில் 21% ஆக்சிஜன் உள்ளது)

தீர்வு:

நுரையீரலில் உள்ள காற்றை ஓர் நல்லியல்பு வாயுவாகக் கருதி, நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி வாயு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடலாம்.

$$PV = NkT$$

இங்கு வாயுவின் பருமன் லிட்டரில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு லிட்டர் என்பது 10 cm பக்க அளவு கொண்ட கனசதுரக் கொள் கலனின் பருமனுக்குச் சமம் எனவே,

$$1 \text{ லிட்டர்} = 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$N = \frac{PV}{kT} = \frac{1.01 \times 10^5 \text{ Pa} \times 5.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1} \times 310 \text{ K}}$$

$$N = 1.29 \times 10^{23} \text{ மூலக்கூறுகள்}$$

கணக்கிடப்பட்ட N மதிப்பில் 21% மட்டுமே ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகளாகும். எனவே மொத்த ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை

$$= 1.29 \times 10^{23} \times \frac{21}{100}$$

ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை =  $2.7 \times 10^{22}$  மூலக்கூறுகள்

**எடுத்துக்காட்டு:**

ஒரு மோல் அளவுள்ள ஏதேனும் ஒரு வாயுவின் பருமனை படித்தர வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் (SPT) காண்க. மேலும் அதே மூலக்கூறுகளின் பருமனை அறைவெப்பநிலை (300K) மற்றும் ஒரு வளிமண்டல அழுத்தத்தில் (1 atm) கணக்கிடுக.

படித்தர வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில், வெப்பநிலை ( $T = 273 \text{ K}$  அல்லது  $0^\circ\text{C}$ ) மற்றும் அழுத்தம் ( $P = 1 \text{ atm}$  அல்லது  $101.3 \text{ kPa}$ )

நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாட்டை இங்கு பன்படுத்தும் போது  $V = \frac{\mu RT}{P}$

இங்கு  $\mu = 1 \text{ mol}$  மற்றும்  $R = 8.314 \text{ J/mol.K}$ . இம்மதிப்புகளை சமன்பாட்டில் பிரதியிடும் போது

$$V = \frac{(1 \text{ mol})(8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}})(273 \text{ K})}{1.013 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}}$$

$$= 22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

நாம் அறிந்த படி 1 லிட்டர் ( $L$ ) =  $10^{-3} \text{ m}^3$ .

இதிலிருந்து 1 மோல் அளவுள்ள எந்த ஒரு நல்லியல்பு வாயுவின் பருமன் 22.4 லிட்டர் என நாம் அறிந்து கொள்ளலாம்.

அறை வெப்பநிலையில் ஒரு மோல் அளவுள்ள வாயுவின் பருமனைக்கான 22.4 லிட்டரை  $\frac{300 \text{ K}}{273 \text{ K}}$  ஆல் பெருக்க வேண்டும். அவ்வாறு கணக்கிடும் போது,

வாயுவின் பருமன் 24.6 லிட்டர் எனக்கிடைக்கும்.

**எடுத்துக்காட்டு:**

உனது வகுப்பறையில் உள்ள காற்றின் நிறையை இயல்பு வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் (NTP) கணக்கிடுக. இங்கு இயல்பு வெப்பநிலை என்பது அறை வெப்பநிலையையும், இயல்பு அழுத்தம் என்பது ஒரு வளி மண்டல அழுத்தத்தைக் (1 atm) குறிக்கும்.

**தீர்வு:**

வகுப்பறை ஒன்றின் சராசரி அளவு முறையே 6m நீளம், 5 m அகலம் மற்றும் 4 m உயரமாகும். எனவே அறையின் பருமன்  $V = 6 \times 5 \times 4 = 120 \text{ m}^3$  ஆகும். இப்பருமனில் உள்ள மோல்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட வேண்டும்.

அறை வெப்பநிலையிலுள்ள (300K) ஒரு மோல் வாயுவின் பருமன் 24.6 லிட்டர். எனவே,

மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை

$$\mu = \frac{120m^3}{24.6 \times 10^{-3} m^3} \approx 4878 \text{ mol}$$

காற்றில் 21% ஆக்ஸிஜன், 78% நைட்ரஜன் மற்றும் 1% ஆர்கான், ஹைட்ரஜன், ஹீலியம் மற்றும் செனான் போன்ற வாயக்களின் கலவை உள்ளது. காற்றின் மூலக்கூறு நிறை  $29 \text{ gmol}^{-1}$  எனவே அறையில் உள்ள காற்றின் மொத்த நிறை  $m = 4878 \times 29 = 141.4 \text{ kg}$  ஆகும்.

### வெப்ப ஏற்புத்திறன் மற்றும் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் (Hat capacity and specific heat capacity)

$27^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையிலுள்ள நீர் மற்றும் எண்ணை இவ்விரண்டையும் சம அளவில் எடுத்துக்கொண்டு  $50^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையை அடையும் வரை இவ்விரண்டையும் வெப்பப்படுத்தவும்.  $50^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையை அடைவதற்கான நேரத்தைத் தனித்தனியே கண்டறியவும். இவ்விரண்டு நேரங்களும் நிச்சயம் ஒன்றாக இருக்காது. எண்ணையுடன் ஒப்பிடும்போது நீர் அதிக நேரத்தை எடுத்துக்கொள்ளும். இதிலிருந்து  $50^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையை அடைய எண்ணையைவிட நீருக்கு அதிக வெப்பம் தேவை என்பதை நாம் அறியலாம். இப்போது இரண்டு மடங்கு நீரினை எடுத்துக்கொண்டு அதன் வெப்பநிலை  $50^\circ\text{C}$  அடையும் வரை வெப்பப்படுத்தி அதற்கான நேரத்தை கண்டறியும் போது, அது ஏற்கனவே கண்டறியப்பட நேரத்தைப் போன்று இருமடங்காக இருப்பதையும் நாம் அறியலாம்.

கொடுக்கப்பட்ட பொருளின் வெப்பநிலை,  $T$  யிலிருந்து  $T + \Delta T$  ஆக உயர்த்த தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவே “வெப்ப ஏற்புத்திறன்” என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\text{வெப்ப ஏற்புத்திறன் } S = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

ஒரு கிலோகிராம் நிறையுடைய பொருளின் வெப்பநிலையை ஒரு கெல்வின் அல்லது  $1^\circ\text{C}$  உயர்த்த தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவே, தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$Q = ms\Delta T$$

$$\text{எனவே } s = \frac{1}{m} \left( \frac{\Delta Q}{\Delta T} \right)$$

இங்கு  $s$  என்பது பொருளின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனாகும். இதன் மதிப்பு பொருளின் தன்மையைச் சார்ந்ததேயன்றி அளவை சார்ந்ததல்ல.

$$\Delta Q = \text{வெப்பத்தின் அளவு}$$

$$\Delta T = \text{வெப்பநிலை மாற்றம்}$$

$$m = \text{பொருளின் நிறை}$$

தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் SI அலகு  $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$  ஆகும். வெப்ப ஏற்புத்திறன், தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன், தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் இரண்டும் நேர்க்குறி கொண்ட அளவுகள் ஆகும்.

நீரின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் பெரும் மதிப்பைப் பெற்றுள்ளதை அறியலாம். இதன் காரணமாகத்தான் மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் மற்றும் அணுக்கரு உலைகளிலும் நீரினை குளிர்சூட்டியாக (Coolant) பயன்படுத்துகிறோம்.

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

பொருள்	தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ )
காற்று	1005
ஈயம்	130
தாமிரம்	390
இரும்பு (எ.:கு)	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 வெப்ப நிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலை உள்ள பொருளுக்கு பாயும் ஒரு பரிமாற்ற ஆற்றலாகும். எனவே வெப்ப ஏற்புத்திறன் என்பதைவிட அக ஆற்றல் ஏற்புத்திறன் என்பதே சரியான பதமாகும் ஆனால் நெடுங்காலமாக இவ்வார்த்தைகள் வழக்கத்தில் உள்ளதால் அவற்றை அப்படியே நாம் பயன்படுத்துகிறோம்.

ஒரு நிறையுடைய இரண்டு வெவ்வேறு பொருள்களை ஒரே வீதத்தில் வெப்பப்படுத்தும் போது, குறைந்த தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனுடைய பொருளின் வெப்பநிலை வேகமாக அதிகரிக்கும். இதேபோன்று அவற்றை குளிர்விக்கும் போதும், குறைந்த தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனுடைய பொருள் வேகமாக குளிர்வடையும்.

வாயுக்களின் பண்புகளைப்பற்றி படிக்கும்போது, மோலார் (மூலக்கூறு) தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் (molar specific heat capacity) நடைமுறையில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மோலார் (மூலக்கூறு) தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனை பின்வருமாறு வரையறை செய்யலாம். ஒரு மோல் அளவுள்ள பொருளின் வெப்பநிலையை  $1\text{K}$  அல்லது  $1^{\circ}\text{C}$  உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவே மோலார் (மூலக்கூறு) தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் எனப்படும். இதனைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$C = \frac{1}{\mu} \left( \frac{\Delta Q}{\Delta T} \right)$$

இங்கு C என்பது பொருளின் மோலார் (மூலக்கூறு) தன்வெப்ப ஏற்பத்திறனைக் குறிக்கிறது. மேலும்  $\mu$  என்பது பொருளில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் மோல் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும்.

மோலார் (மூலக்கூறு) தன்வெப்ப ஏற்பத்திறனின் அலகு  $J mol^{-1} K^{-1}$  ஆகும். இதுவும் ஒரு நேர்க்குறி கொண்ட அளவாகும்.

**திட, திரவ மற்றும் வாயுக்களின் வெப்ப விரிவு:**

வெப்பநிலை மாற்றத்தினால் பொருள்களின் வடிவம், பரப்பு மற்றும் பருமனில் ஏற்படும் மாற்றமே வெப்ப விரிவு எனப்படும்.

பொருள்களின் மூன்று நிலைகளும் (திட, திரவ மற்றும் வாயு) வெப்பப்படுத்தும்போது விரிவடையும். திடப்பொருளொன்றை வெப்பப்படுத்தும்போது அதன் அணுக்கள் அவற்றின் சமநிலைப் புள்ளியைப் பொருத்து வேகமாக அதிர்வடைகின்றன. மற்ற பொருள்களுடன் ஒப்பிடும் போது திடப்பொருள்களின் அளவில் ஏற்படும் மாற்றம் குறைவானதாகும். இரயில் வண்டிகளின் இருப்பப்பாதைகளில் சில இடங்களில் சிறிய இடைவெளி விடப்பட்டிருக்கும். ஏனெனில் கோடை காலங்களில் இருப்புப்பாதை விரிவடையும். அவ்வாறு வெப்பநிலை மாற்றங்களின் போது எளிதாக விரிவடையவும், சுருங்கவும் ஏற்ற வகையில் பாலங்களிலும், இருப்புப்பாதைகளிலும் விரிவடையும் இணைப்புகள் காணப்படும்.

திரவங்களின் மூலக்கூறிடை விசை, திடப்பொருள்களின் மூலக்கூறிடை விசையை விடக் குறைவாக இருக்கும். எனவே அவை திடப்பொருள்களைவிட அதிகமாக விரிவடையும். இந்தப் பண்பின் அடிப்படையில்தான் பாதரச வெப்பநிலைமணி செயல்படுகிறது.

வாயு மூலக்கூறுகளைப் பொருத்தவரை அவற்றின் மூலக்கூறிடைவிசை கிட்டத்தட்ட புறக்கணிக்கும் அளவிலேயே இருக்கும். எனவே அவை திடப்பொருள்களைவிட மிக அதிகமாக விரிவடையும். எடுத்துக்காட்டாக சூடான காற்று அடைக்கப்பட்டுள்ள பூன்களில் உள்ள காற்று மூலக்கூறுகளை வெப்பப்படுத்தும் போது அவை விரிவடைந்து அதிக இடத்தை அடைத்துக்கொள்ளும்.

வெப்பநிலை உயர்வால் பொருள்களின் பரிமாணத்தில் ஏற்படும் அதிகரிப்பே வெப்பவிரிவு எனப்படும்.

நீளத்தில் ஏற்படும் விரிவு நீள் விரிவு (Linear expansion) என அழைக்கப்படும். இதேபோன்று பரப்பில் ஏற்படும் விரிவு பரப்பு விரிவு (Area expansion) எனவும், பருமனில் ஏற்படும் விரிவு பரும விரிவு (Volume expansion) எனவும் அழைக்கப்படும்.

**நீள் விரிவு:**

திடப்பொருள்களில்,  $\Delta T$  என்ற சிறு வெப்பநிலை மாற்றத்தால் நீளத்தில் ஏற்படும் சிறு மாற்றம்  $\left(\frac{\Delta L}{L}\right)$ , யானது  $\Delta T$  க்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

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

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

இங்கு  $\alpha_L$  நீள் விரிவுக்குணகம்

$\Delta L$  = நீளத்தில் ஏற்படும் மாற்றம்

$L$  = தொடக்க நீளம்

$\Delta L$  = வெப்பநிலையில் ஏற்பட்ட மாற்றம்

**எடுத்துக்காட்டு:**

பிரான்ஸ் நாட்டிலுள்ள இரும்பால் செய்யப்பட்ட ஈபிள் கோபுரத்தின் உயரம் கிட்டத்தட்ட 300 m ஆகும். பிரான்ஸ் நாட்டின் குளிர்காலத்தின் வெப்பநிலை 2°C மற்றும் கோடைக்காலத்தின் சராசரி வெப்பநிலை 25°C இவ்விரண்டு பருவ நிலைகளுக்கிடையே ஈபிள் கோபுரத்தின் உயரத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்தைக் கணக்கிடுக. இரும்பின் நீள் விரிவுக் குணகம்  $\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}$

தீர்வு:

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

$$\Delta L = \alpha_L L \Delta T$$

இறுக்கமான மூடப்பட்டுள்ள கண்ணாடிக்குவளையின் மூடியை எளிதாகத்திறக்க, அதனை சூடான தண்ணீரில் அருகே சிறிது நேரம் வைத்திருக்க வேண்டும். பின்னர் அதனை எளிதாகத் திறக்கலாம். ஏனெனில் கண்ணாடிக் குவளையின் மூடியின் வெப்ப விரிவு கண்ணாடியைவிட அதிகமாக இருப்பதாகும். வேகவைக்கப்பட்ட சூடான முட்டையை குளிர்ந்த தண்ணீரில் போட்டு அதன் ஓட்டினை உரித்தால் அது முட்டையிலிருந்து எளிதாக பிரிந்து வரும். ஏனெனில் முட்டை மற்றும் ஓடு ஒவ்வொன்றும் வெவ்வேறு வெப்பவிரிவைப் பெற்றிருப்பதாகும்.

$$\Delta T = 10 \times 10^{-6} \times 300 \times 23 = 0.69 \text{ m} = 69 \text{ cm}$$

**பரப்பு விரிவு:**

$\Delta T$  என்ற சிறிய வெப்பநிலை மாற்றத்தால் பொருளின் பரப்பில் ஏற்படும் பரப்புத்திரிபு  $\left(\frac{\Delta A}{A}\right)$  ஆனது  $\Delta T$  க்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். இதனைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

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

எனவே,  $\alpha_A = \frac{\Delta A}{A \Delta T}$

இங்கு  $\alpha_A$  பரப்பு விரிவுக் குணகம்

$\Delta A$  = பரப்பில் ஏற்படும் மாற்றம்

$A$  = தொடக்கப் பரப்பு

$\Delta T$  = வெப்பநிலையில் ஏற்பட்ட மாற்றம்



**பரும விரிவு:**

$\Delta T$  என்ற சிறிய வெப்பநிலை மாற்றத்தினால், பொருளின் பருமனில் ஏற்படும் பருமத்திரிபு  $\left(\frac{\Delta V}{V}\right)$  ஆனது  $\Delta T$  க்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

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

எனவே,  $\alpha_v = \frac{\Delta V}{V \Delta T}$

இங்கு  $\alpha_v =$  பரும விரிவுக் குணகம்

$\Delta V =$  பருமனில் ஏற்படும் மாற்றம்

$V =$  தொடக்கப்பருமன்

$\Delta T =$  வெப்பநிலையில் ஏற்பட்ட மாற்றம்

திடப்பொருள்களின் நீள் விரிவு, பரப்பு மற்றும் பரும விரிவுக் குணங்களின் அலகு  $^{\circ}\text{C}^{-1}$  அல்லது  $\text{K}^{-1}$

கொடுக்கப்பட்ட பொருளுக்கு

$$\frac{\Delta L}{L} = \alpha_L \Delta T \quad (\text{நீள் விரிவு})$$

$$\frac{\Delta A}{A} \approx 2\alpha_L \Delta T \quad (\text{பரப்பு விரிவு} \approx 2 \times \text{நீள் விரிவு})$$

$$\frac{\Delta V}{V} \approx 3\alpha_L \Delta T \quad (\text{பரும விரிவு} = 3 \times \text{நீள் விரிவு})$$

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

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

குளிர் நாடுகளில், குளிர்காலத்தின் போது ஏரிகளின் மேற்பரப்பு வெப்பநிலை அதன் அடிப்புற வெப்பநிலையை விட குறைந்து காணப்படும் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில் திட நீரின் (பனிக்கட்டி) அடர்த்தி சாதாரண நீரின் அடர்த்தியைவிடக் குறைவு,  $4^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலைக்கும் கீழே உறைந்த நீர் (பனிக்கட்டி) சாதாரண நீரின் மேலே மிதந்து ஏரிகளின் மேற்பரப்பிற்கு வரும். இதற்குக்காரணம் நீரின் முரண்பட்ட விரிவாகும். ஏரிகள் மற்றும் குளங்களின் மேற்பரப்பு உறைந்து பனிக்கட்டிகளால் மூடப்பட்டிருப்பினும், அடியில் உள்ள நீர் உறையாமல் இருந்து நீர்வாழ் உயிரினங்களைக் காக்கும்.

### நிலை மாற்றம்:

பொதுவாக அனைத்துப் பொருள்களும் திட, திரவ மற்றும் வாயு என்ற மூன்று நிலைகளில் காணப்படும். வெப்பப்படுத்தும் போது அல்லது குளிர்விக்கும் போது பொருள்கள் ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாற்றமடையும்

### எடுத்துக்காட்டு:

1. உருகுதல் (திட நிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கு)
2. ஆவியாதல் (திரவ நிலையிலிருந்து வாயு நிலைக்கு)
3. பதங்கமாதல் (திட நிலையிலிருந்து நேரடியாக வாயு நிலைக்கு)
4. உறைதல் (திரவ நிலையிலிருந்து திட நிலைக்கு)
5. சுருங்குதல் (வாயு நிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கு)

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

பாத்திரம் ஒன்றிலுள்ள நீரினை வெப்பப்படுத்தும் போது அதன் கொதிநிலையான  $100^{\circ}\text{C}$  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

$\text{J kg}^{-1}$  ஆகும்

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

- திட – திரவ நிலை மாற்றத்திற்கான உள்ளுறை வெப்பம், உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் (Latest heat of fusion ( $L_1$ )) என அழைக்கப்படும்.
- திரவ – வாயு நிலை மாற்றத்திற்கான உள்ளுறை வெப்பம், ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம் (Latest heat of vaporisation) ( $L_v$ )
- திட – வாயு நிலை மாற்றத்திற்கான உள்ளுறை வெப்பம், பதங்கமாதலின் உள்ளுறை வெப்பம் (Latest heat of sublimation) ( $L_s$ )

### முப்புள்ளி (Triple point):

கொடுக்கப்பட்ட பொருளொன்றின் மூன்று நிலைகளும் (திட, திரவ மற்றும் வாயு) வெப்ப இயக்கச் சமநிலையில் உள்ளபோது, அப்பொருளின் வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தமே பொருளின் முப்புள்ளி என அழைக்கப்படுகிறது.

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

### வெப்ப அளவீட்டியல்:

வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்ப ஒன்றினை வெப்பப்படுத்தும்போது, அவ்வமைப்பிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்பத்தை அல்லது அவ்வமைப்பினால் உட்கவரப்படும் வெப்பத்தை அளக்கும் ஒரு செயலே வெப்ப அளவீட்டியல் என அழைக்கப்படும். உயர் வெப்ப நிலையிலுள்ள பொருளொன்றை குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளொன்றுடன் சேர்த்துவைக்கும் போது, உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள பொருள் இழந்த வெப்பம், குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருள் ஏற்றுக்கொண்ட வெப்பத்திற்கு சமமாகும். சூழலுக்கு எவ்விதமான வெப்பமும் கடத்தப்படாது. இதனைக் கணித முறையில் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$Q_{\text{ஏற்பு}} = -Q_{\text{இழப்பு}}$$

$$Q_{\text{ஏற்பு}} + Q_{\text{இழப்பு}} = 0$$

ஏற்கப்பட்ட வெப்பம் அல்லது இழந்த வெப்பத்தை வெப்பமானியைக் (Calorimeter) கொண்டு அளக்கலாம். பொதுவாக வெப்பமானி என்பது காட்டியுள்ளவாறு நீர் நிரப்பப்பட்ட வெப்பகாப்பீடு செய்யப்பட்ட கொள்கலனாகும்.

உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள ( $T_1$ ) மாதிரி பொருள் ஒன்றினை, அறை வெப்பநிலையில் ( $T_2$ ) வெப்பமானியில் உள்ள நீரில் மூழ்கவைக்க வேண்டும். சிறிது நேரத்திற்குப்பின்னர் நீர் மற்றும் வெப்பமானி இரண்டும்  $T_f$  என்ற இறுதி வெப்பநிலையை அடையும். வெப்பமானி காப்பிடப்பட்டுள்ளதால், உயர் வெப்பநிலை மாதிரி பொருள் இழந்த வெப்பமும், குறைந்த வெப்பநிலை நீர் ஏற்றுக்கொண்ட வெப்பமும் சமமாகும்

$$Q_{\text{ஏற்பு}} = -Q_{\text{இழப்பு}}$$

குறியீட்டு மரபை இங்கு கவனிக்க வேண்டும். வெப்ப இழப்பு எதிர்க்குறியிலும், வெப்ப ஏற்பு நேர்க்குறியிலும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

$$Q_{\text{ஏற்பு}} = m_2 s_2 (T_f - T_2)$$

$$Q_{\text{இழப்பு}} = m_1 s_1 (T_f - T_1)$$

இங்கு  $s_2$  மற்றும்  $s_1$  என்பவை முறையே நீர் மற்றும் மாதிரிப் பொருளின் தன் வெப்ப ஏற்பத்திற்கன்களாகும்.

எனவே,

$$m_2 s_2 (T_f - T_2) = -m_1 s_1 (T_f - T_1)$$

$$m_2 s_2 T_f - m_2 s_2 T_2 = m_1 s_1 T_f + m_1 s_1 T_1$$

$$m_2 s_2 T_f - m_1 s_1 T_f = m_2 s_2 T_2 + m_1 s_1 T_1$$

$$\text{இறுதி வெப்பநிலை } T_f = \frac{m_1s_1T_1 + m_2s_2T_2}{m_1s_1 + m_2s_2}$$

எடுத்துக்காட்டு:

50°C வெப்பநிலையிலுள்ள 5L நீர், 30°C வெப்பநிலையிலுள்ள 4L நீருடன் கலக்கப்படுகிறது. நீரின் இறுதி வெப்பநிலை என்ன? இங்கு நீரின் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் 4184 J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> என்க.

தீர்வு:

பின்வரும் சமன்பாட்டை நாம் பயன்படுத்தலாம்.

$$T_f = \frac{m_1s_1T_1 + m_2s_2T_2}{m_1 + s_1 + m_2s_2}$$

$$m_1 = 5L = 5\text{kg மற்றும் } m_2 = 4L = 4\text{kg, } s_1 = s_2$$

மேலும் T<sub>1</sub> = 50°C = 323 K மற்றும் T<sub>2</sub> = 30°C = 303 K எனவே

$$T_f = \frac{m_1T_1 + m_2T_2}{m_1 + m_2} = \frac{5 \times 323 + 4 \times 303}{5 + 4} = 314.11\text{K}$$

$$T_f = 314.11\text{ K} - 273\text{ K} \approx 41^\circ\text{C}$$

50°C மற்றும் 30°C வெப்பநிலைகளில் உள்ள சம அளவு நீரினை (m<sub>1</sub> = m<sub>2</sub>) ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்கும்போது, இறுதி வெப்ப நிலை இவ்விரண்டு வெப்பநிலைகளின் சராசரியாகும்.

$$T_f = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{323 + 303}{2} = 313\text{K} = 40^\circ\text{C}$$

ஒரு வெப்பநிலையில் (30°C) உள்ள இரண்டு நீர் மாதிரிகளை ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்கும்போது அவற்றின் இறுதி வெப்பநிலையும் 30°C ஆகும். இதிலிருந்து நாம் அறிந்து கொள்வது என்னவென்றால் இவ்விரண்டு நீர் மாதிரிகளும் வெப்பச்சமநிலையில் உள்ளன. எனவே இரண்டிற்கும் நடுவே எவ்விதமான வெப்பப்பரிமாற்றமும் நடைபெறவில்லை எனப்பதாகும்.

வாயுக்கள் அல்லது திரவங்களை ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்கும் போது அக்கலவையின் இறுதிச்சமநிலை வெப்பநிலை அப்பொருள்களின் நிறைகள், தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன்கள் மற்றும் வெப்பநிலைகளைச் சார்ந்திருக்கும் என்பதை இங்கு நினைவில் கொள்ள வேண்டும். மேலும் சம அளவுள்ள ஒரே பொருள்களை ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்கும்போது மட்டுமே இறுதி வெப்ப நிலையானது தனித்தனி வெப்பநிலைகளின் சராசரி மதிப்பிற்கு சமமாகும்.

### வெப்ப மாற்றம்: (Heat Transfer):

நாம் அறிந்தபடி வெப்பம் என்பது ஒருவகை பரிமாற்ற ஆற்றலாகும். அவ்வாற்றல் வெப்பநிலை வேறுபாட்டின் காரணமாக ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு மாற்றப்படும். வெப்ப மாற்றம் 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 தொட்டுக்கொண்டிருக்குமாறு வைக்கும்போது, 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.

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

மாறாநிலையில், வெப்பக்கடத்து வீதம்  $Q$ , வெப்பநிலை வேறுபாடு  $\Delta T$  மற்றும் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்ப  $A$  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 புரிந்துகொள்ளக்கூடாது) வெப்பக்கடத்துத்திறனின் SI அலகு  $\text{Js}^{-1} \text{m}^{-1} \text{K}^{-1}$  அல்லது  $\text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$

### மாறாநிலை (Steady state):

எந்த நிலையில், அனைத்து இடங்களிலும் வெப்பநிலை ஒரு மாறா மதிப்பினை அடைகிறதோ மற்றும் எந்த இடத்திலிருந்தும் எவ்விதமான வெப்பமும் பரிமாற்றப்படாமல் உள்ளதோ அந்நிலையே மாறா நிலை 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
எஃகு	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 அவை சமையல் பாத்திரங்கள் செய்யப்பயன்படுகின்றன.

### வெப்பச் சலனம் (Convection):

திரவங்கள் மற்றும் வாயுக்கள் போன்ற பாய்மங்களில் உள்ள மூலக்கூறுகள் உண்மையான நகர்வினால் வெப்ப ஆற்றல் மாற்றப்படும் நிகழ்வு வெப்பச்சலனம் என அழைக்கப்படுகிறது. இந்த வெப்பச்சலனத்தில் மூலக்கூறுகள் எவ்வித கட்டுப்பாடின்றி ஒரு இடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு நகர்கின்றன. இந்நிகழ்வு இயற்கையாகவோ அல்லது புறவிசை காரணமாகவோ ஏற்படலாம்.

சமையல் பாத்திரத்தில் கொதிக்கும் தண்ணீர் வெப்பச்சலனத்திற்கு ஒரு சிறந்த உதாரணமாகும். பாத்திரத்தின் அடியில் உள்ள தண்ணீர் அதிக வெப்பத்தைப் பெற்று அதன் காரணமாக விரிவடைந்து அடர்த்தி குறையும். இந்த குறைந்த அடர்த்தியின் காரணமாக மூலக்கூறுகள் மேற்பரப்பை நோக்கிச் செல்லும். அதே நேரத்தில் மேற்பரப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகள் குறைந்த வெப்ப ஆற்றலைப்பெறுவதால் அவற்றின் அடர்த்தி அதிகமாக இருக்கும். எனவே அவை பாத்திரத்தின் அடிப்பக்கத்திற்கு வரும். இந்நிகழ்வு தொடர்ந்து நடைபெறும். இவ்வாறு மூலக்கூறுகள் மேலும் கீழும் நகர்வதை வெப்பச்சலன ஓட்டம் (Convection current) என்று அழைக்கின்றோம். அறை ஒன்றினை வெதுவெதுப்பாக வைக்க நாம் அறைக்குடேற்றியைப் பயன்படுத்துகிறோம். குடேற்றிக்கு அருகே உள்ள காற்று மூலக்கூறுகள் வெப்பமடைந்து விரிவடையும் அதனால் அவற்றின் அடர்த்தி குறைந்து அறையின் மேற்பகுதிக்குச் செல்லும். அதே நேரத்தில் அடர்த்தி அதிகமுள்ள குளிர்ந்த காற்று அடிப்பகுதிக்கு வரும். இவ்வாறு ஏற்படும் காற்று மூலக்கூறுகளின் தொடர் சுழற்சியே, வெப்பச்சலன 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 வெப்பக்கதிர்வீச்சு மூலம் நமது கைகளுக்கு வருகிறது. சூரியனிலிருந்தும் வெப்ப ஆற்றலை நாம் இதே முறையில்தான் பெறுகிறோம். இக்கதிர்வீச்சு வெற்றிடத்தின் வழியே பயணித்து புவியை அடைகிறது. எந்த விதமான ஊடகத்தின் உதவியும் இன்றி ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு ஆற்றலை மாற்றுவது கதிர்வீச்சின் ஒரு சிறப்புப் பண்பாகும். ஆனால் வெப்பக்கடத்தல் மற்றும் வெப்பச்சலனம் இவ்விருண்டிலும் வெப்ப ஆற்றலை மாற்றம் செய்வதற்கு ஊடகம் அவசியம் என்பதை கவனிக்கவும்.

வெப்பக்கதிர்வீச்சு என்பது

ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு மின்காந்த அலைகளினால் வெப்பம் பரவும் நிகழ்வு ஆகும்.

1. சூரியனிலிருந்து வரும் சூரியக் கதிர்வீச்சு ஆற்றல்
2. அறை குடேற்றியிலிருந்து வரும் வெப்பக்கதிர்வீச்சு

பகல் நேரங்களில், சூரியக்கதிர்கள் கடல் நீரைவிட வேகமாக நிலத்தை

சூடேற்றும் இதற்குக்காரணம் நிலத்தின் குறைவான தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ஆகும். இதன் விளைவாக நிலப்பரப்பில் உள்ள காற்று விரிவடைந்து அதன் அடர்த்தி குறைந்து மேலே சென்றுவிடும். அதே நேரத்தில் கடற்பரப்பிலுள்ள குளிர்ந்த காற்று நிலத்தை நோக்கி வீசும் இதனையே கடல் காற்று (எநய டிசநநளந) என்று அழைக்கின்றோம். இரவு நேரங்களில் கடற்பரப்பை விட நிலப்பரப்பு வேகமாக குளிர்ச்சி அடையும் (நிரப்பரப்பின் குறைந்த தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்) இதன் விளைவாக கடற்பரப்பிலுள்ள காற்று விரிவடைந்து அதன் அடர்த்தி குறைந்து மேலே சென்றுவிடும். அதே நேரத்தில் நிலப்பரப்பிலுள்ள அடர்த்தி அதிகமான குளிர்ந்தகாற்று கடலை நோக்கி வீசும் இதனையே நிலக்காற்று (land breeze) என்று அழைக்கின்றோம்.

பொதுவாக வெப்பநிலை பருப் பொருள்களுடன் மட்டுமே (திட, திரவ மற்றும் வாயு) தொடர்புடையது என்ற பொதுக்கரத்து உள்ளது. ஆனால் வெப்பகதிர்வீச்சும் ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பாகும். இதற்கு நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட வெப்பநிலையும், அழுத்தமும் உண்டு. சூரியனிலிருந்து வரும் கட்புலனாகும் கதிர்வீச்சின் வெப்பநிலை 5700 K. இதனை புவி கிட்டத்தட்ட 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  $dt$  அல் 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 லிருந்து 84°C வெப்பநிலைக்கு குளிர் 3 நிமிடங்களை எடுத்துக்கொள்கிறது. அதே நீர் 65°C லிருந்து 60°C வெப்பநிலைக்குக் குறைய எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தைக் கணக்கிடுக.

3 நிமிடங்களில் சூடான நீரின் வெப்பநிலை 8°C குறைந்துள்ளது. 92°C மற்றும் 84°C இன் சராசரி வெப்பநிலை 88°C இது அறை வெப்பநிலையைவிட 61°C அதிகமாக உள்ளது. சமன்பாடு பயன்படுத்தினால்

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

$$\frac{8^\circ\text{C}}{3 \text{ min}} = \frac{a}{ms} (61^\circ\text{C})$$

இதேபோன்று 65°C மற்றும் 60°C இன் சராசரி வெப்பநிலை 62.5°C ஆகும். இது அறை வெப்பநிலையை விட 35.5°C அதிகமாக உள்ளது.

$$\frac{5^\circ\text{C}}{dt} = \frac{a}{ms} (35.5^\circ\text{C})$$

இவ்விரண்டு சமன்பாடுகளையும் வகுக்கும் போது



$$\frac{8^{\circ}\text{C}}{3\text{ min}} \Big/ \frac{5^{\circ}\text{C}}{dt} = \frac{-\frac{a}{ms}(61^{\circ}\text{C})}{-\frac{a}{ms}(35.5^{\circ}\text{C})}$$

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

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

வெப்ப மாற்றத்தின் விதிகள் (Laws of Heat Transfer):

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

O 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 பிரிவொஸ்டின் 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 கதிர்வீச்சுப்படும் ஆற்றலுக்கு, அதே வெப்பநிலை மற்றும் அலைநீளத்தில் முழுக்கரும்பொருளினால் கதிர்வீச்சுப்படும் ஆற்றலுக்கும் உள்ள தகவே உமிழ்திறன் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

### 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, ஒரு கரும்பொருள் கதிர்வீச்சினால் உமிழப்படும் பெருமச்செறிவு கொண்ட அலைநீளம் ( $\lambda_m$ ) அக்கரும்பொருளின் கெல்வின் வெப்பநிலைக்கு (T) எதிர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

வியனின் விதிப்படி, ஒரு கரும்பொருள் கதிர்வீச்சினால் உமிழப்படும் பெருமச்செறிவு கொண்ட 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 மாறிலி, இதன் மதிப்பு  $2.898 \times 10^{-3} \text{ mK}$

இதிலிருந்து நாம் அறிந்து கொள்வது என்னவென்றால் பொருளின் கெல்வின் வெப்பநிலை உயரும்போது பெருமச்செறிவு அலைநீளம் ( $\lambda_m$ ) மிக்காந்த நிறமாலையின் குறைந்த அலைநீளத்தை (பெரும அதிர்வெண்) நோக்கி இடப்பெயர்ச்சி அடையும்.

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

### வியன் விதியும் நமது பார்வையும்:

நமது கண்களால் மின்காந்த நிறமாலையில் உள்ள கண்ணுறு பகுதியை மட்டும் (400 nm முதல் 700 nm வரை) பார்க்கமுடிவதன் காரணம் என்ன?

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

$$\lambda_m = \frac{b}{T} = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{5700} \approx 508 \text{ nm}$$

இதுவே பெருமச்செறிவிற்கான அலைநீளம் ஆகும். சூரியனின் பரப்பு வெப்பநிலை தோராயமாக 5700 K என உள்ளதர் அதற்கான கதிர்வீச்சு நிறமாலை நெடுக்கம் 400 nm முதல் 700 nm வரை காணப்படும். இதுவே மின்காந்த நிறமாலையின் கண்ணுரு பகுதியாகும்.

மனித இனம் இந்தக் கதிர்வீச்சை உட்கவர்ந்துதான் பரிணாம வளர்ச்சி அடைந்தது. எனவே மனிதக்கண்கள் சூரிய நிறமாலையில் உள்ள கண்ணுரு பகுதியை மட்டுமே உணர முடியும். அகச்சிவப்பு பகுதியையோ 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 மின்காந்த நிறமாலையில் உள்ள புற ஊதாக்கதிர்களை உணர முடியும். இதனை சமன்பாடு பயன்படுத்தி அறிந்து கொள்ளலாம்.

**எடுத்துக்காட்டு:**

A என்ற கரும்பொருள் ஒன்றின் கதிர்வீச்சுத்திறன்  $E_A$ . மேலும் இது  $\lambda_A$  என்ற அலைநீளத்திற்கு பெரும ஆற்றல் கதிர்வீசப்படுகிறது. B என்ற மற்றொரு கரும்பொருளின் கதிர்வீச்சுத்திறன்  $E_B = N E_A$ ;  $\frac{1}{2}\lambda_A$  என்ற அலைநீளத்திற்கு B கரும்பொருளில் இருந்து கதிர் வீசப்படுகிறது எனில் N இன் மதிப்பைக் காண்க?  
வியனின் இடப்பெயர்ச்சி விதியிலிருந்து  $\lambda_{\max} T = \text{மாநிலி}$ ; இது A மற்றும் B என்ற இரண்டு கரும்பொருள்களுக்குப் பொருந்தும்.

இங்கு  $\lambda_B = \frac{1}{2}\lambda_A$

$$\lambda_A T_A = \lambda_B T_B. \text{ இங்கு } \lambda_B = \frac{1}{2}\lambda_A$$

$$\frac{T_B}{T_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2$$

$$T_B = 2T_A$$

ஸ்டெஃபான் - போல்ஸ்ட்மென் விதியிலிருந்து

$$\frac{E_B}{E_A} = \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^4 = (2)^4 = 16 = N$$

கரும்பொருள் B, கரும்பொருள் A வை விட குறைந்த அலைநீளத்தையே உமிழும். எனவே கரும்பொருள் A வை விட அதிக ஆற்றல் கொண்ட கதிர்வீச்சை கரும்பொருள் B உமிழும்.

**வெப்ப இயக்கவியல்**

**அறிமுகம்:**

நாம் முந்தைய பிரிவுகளில் வெப்பம், வெப்பநிலை மற்றும் பொருள்களின் வெப்பப்பண்புகளைப் பற்றி பயின்றோம். 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 ஹெல்ம்ஹோல்ட்ட்ஸ் போன்ற அறிவியல் அறிஞர்களின் மூன்று நூற்றாண்டு கால ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் முறைப்படுத்தப்பட்டதாகும்.

அன்றாட வாழ்வில் நம்மைச்சுற்றி நடைபெறும் அனைத்து நிகழ்வுகளும் ஏன் நமது உடலியக்க நிகழ்வுகள் கூட வெப்ப இயக்கவியல் விதிகளுக்கு உட்பட்டு நடைபெறுகின்றது. எனக் கூறினால் அது மிகையாகாது. 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 எந்த வடிவிலும் இருக்கலாம்.

வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு	சூழல்
வாளியில் உள்ள தண்ணீர்	திறந்தவெளி
அறை ஒன்றினுள் உள்ள காற்று மூலக்கூறுகள்	அறைக்கு வெளியில் உள்ள காற்று
மனித உடல்	திறந்தவெளி
கடலில் உள்ள மீன்	கடல் நீர்

### வெப்பச்சமநிலை (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 வெப்பச்சமநிலையை அடைந்த விட்டதை இது காட்டுகிறது.

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

### எந்திரவியல் சமநிலை (Mechanical equilibrium):

பிஸ்டனுடன் உள்ள வாயு அடைத்து வைக்கப்பட்டுள்ள கொள்கலன் ஒன்றைக் கருதுக. அப்பிஸ்டனின் மீது நிறை ஒன்றை வைக்கும் போது கீழ்நோக்கிய

புவியீர்ப்பு விசையின் காரணமாக பிஸ்டன் கீழ்நோக்கி நகர்ந்து சில ஏற்ற இறக்கத்திற்குப் பின்பு நிற்கும். பிஸ்டன் ஒரு புதிய இடத்தை அடையும். வாயுவின் மேல் நோக்கி விசை, கீழ்நோக்கி புவியீர்ப்பு விசையை சமன் செய்யும். இந்நிலையில் இவ்வமைப்பை எந்திரவியல் சமநிலையில் உள்ளது எனக்கூறலாம். அமைப்பு ஒன்று எந்திரவியல் சமநிலையில் உள்ளது எனில், எவ்விதமான சமன்செய்யப்படாத விசையும் வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் மீது செயல்படக்கூடாது.

### வேதிச்சமநிலை (Chemical equilibrium):

ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பிலுள்ள இரண்டு வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்புகளுக்கிடையே எவ்வித தொகுபயன் வேதிவினையும் நடைபெறவில்லை. எனில் அவ்விரு அமைப்புகளும் வேதிச்சமநிலையில் 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 ஒரு நிலையான மதிப்பினைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். மேலும் அவை காலத்தைப் பொறுத்து மாறாமல் இருக்க வேண்டும்.

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

இயந்திரவியலில் திசைவேகம், உந்தம் மற்றும் முடுக்கம் போன்றவை இயங்கும் பொருளொன்றின் நிலையை விளக்கப்படப்படுகின்றன. (தொகுதி 1 இல் இவற்றைப் பற்றி புரிந்துகொண்டிருப்பீர்கள்) வெப்ப இயக்கவியலில், வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு ஒன்றின் நிலையை விவரிக்கும் மாறிகளின் தொகுப்பிற்கு வெப்ப இயக்கவியல் மாறிகள் என்று பெயர்.

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

இந்த மாறிகளின் மதிப்பு வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் சமநிலையை முழுவதுமாக விவரிக்கின்றன. வெப்பம் மற்றும் வேலை இவை வெப்ப இயக்கவியல் நிலை மாறிகள் அல்ல மாறாக இவை செயல்மாறிகள் ஆகும். (Process variables). வெப்ப இயக்கவியல் மாறிகள் இரண்டு வகைப்படும் அவை: அளவுச் சார்புள்ள மாறி (Extensive variable) மற்றும் அளவுச் சார்பற்ற மாறி (Intensive variable).

எடுத்துக்காட்டு: பருமன், மொத்த நிறை, என்ட்ரோபி (Entropy), அக ஆற்றல், வெப்ப ஏற்புத்திறன் போன்றவை.

அளவுச் சார்பற்ற மாறி வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் அளவு அல்லது நிலையைச் சார்ந்திருக்காது.

எடுத்துக்காட்டு: வெப்பநிலை, அழுத்தம், தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன், அடர்த்தி போன்றவை.

### நிலைச் சமன்பாடு (Equation of state):

நிலை மாறிகளை ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் தொடர்புபடுத்தும் சமன்பாடு, நிலைச்சமன்பாடு என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்நிலைச்சமன்பாடு வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பொன்றின் சமநிலையில் நிலை மாறிகளுக்கு இடையே உள்ள தொடர்பை முழுவதுமாக விவரிக்கிறது. வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு சமநிலையில் இல்லையெனில், இந்நிலைச் சமன்பாடு அமைப்பின் நிலையை விவரிக்காது. வெப்ப இயக்கச்சமநிலையில் உள்ள நிலையல்பு வாயு (ideal gas) ஒன்று  $PV = NkT$  என்ற நிலைச் சமன்பாட்டினால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இங்கு நான்கு பேரளவு மாறிகளும் ( $P, V, T$  மற்றும்  $N$ ) நிலைச்சமன்பாட்டினால் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்புபடுத்தப்பட்டுள்ளன. இச்சமன்பாட்டிலுள்ள ஏதேனும் ஒரு மாறியை மட்டும் மாற்ற இயலாது. எடுத்துக்காட்டாக வாயு நிரம்பியுள்ள கொள்கலனின் பிஸ்டனை அழுத்தும் போது, வாயுவின் பருமன் குறையும். ஆனால் அதன் அழுத்தம் அதிகரிக்கும் அல்லது வாயுவை வெப்பப்படுத்தும்போது அதன் வெப்பநிலை உயரும். வாயுவின் அழுத்தம் மற்றும் பருமனும் உயரலாம்.

நிலைச்சமன்பாட்டிற்கான மற்றொரு எடுத்துக்காட்டு வான்டர்வால்ஸ் சமன்பாடு ஆகும். வெப்ப இயக்கச் சமநிலையில் உள்ள இயல்புவாயுக்கள் (Real gases) இச்சமன்பாட்டிற்கு உட்படும்.

அறை ஒன்றிலுள்ள காற்று மூலக்கூறுகள் வான்டர்வால்ஸ் நிலைச்சமன்பாட்டிற்கு முழுவதுமாக கட்டுப்படுகின்றன. இருப்பினும் அறைவெப்பநிலையில் குறைந்த அடர்த்தியுள்ள காற்று மூலக்கூறுகளை நாம் தோராயமாக நல்லியல்பு வாயுவாக்க (Ideal gas) கருதுகிறோம்.

### வெப்ப இயக்கவியலின் சுழி விதி (Zeroth Law of Thermodynamics):

வெப்ப இயக்கவியலின் சுழி விதியின்படி,  $A$  மற்றும்  $B$ , என்ற இரண்டு அமைப்புகள்  $C$ , என்ற மூன்றாவது அமைப்புடன் வெப்பச்சமநிலையில் இருப்பின்  $A$  மற்றும்  $B$  என்ற இரண்டு அமைப்புகளும் ஒன்றுக்கொன்று வெப்பச் சமநிலையில் இருக்கும்.

தொடக்கத்தில் வெவ்வேறு வெப்பநிலையில் உள்ள  $A, B$  மற்றும்  $C$  என்ற மூன்று அமைப்புகளைக் கருதுக.  $A$  மற்றும்  $B$  இரண்டு அமைப்புகளும் ஒன்றுடன் ஒன்று எவ்விதமான வெப்பத்தொடர்பையும் பெற்றிருக்க வில்லை.

ஆனால், அவை ஒவ்வொன்றும்  $C$  என்ற மூன்றாவது அமைப்புடன் தனித்தனியே வெப்பத்தொடர்பில் உள்ளன. சிறிது நேரத்திற்குப்பிறகு  $A$  மற்றும்  $B$  என்ற இரண்டு அமைப்புகளும் தனித்தனியே  $C$  யுடன் வெப்பச் சமநிலையில் இருக்கும்.

அடைந்திருப்பதை இது காட்டுகிறது. இம்மூன்று அமைப்புகளும் ஒருமுறை வெப்பச்சமநிலையை அடைந்தபின்பு அவற்றிற்கிடையே எவ்விதமான வெப்பப் பரிமாற்றமும் இருக்காது ஏனெனில் அம்மூன்றும் ஒரே வெப்பநிலையில் இருக்கும். இதனை கணிதமொழியில் 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 வெப்பச்சமநிலையில் உள்ளனவா இல்லையா என்பதைக்காட்டும் ஒரு பண்பே வெப்பநிலையாகும்.

வெப்ப இயக்கவியலின் சுழி விதியானது வெப்பநிலையைக் கண்டறியப்பயன்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக வெப்பநிலைமானி ஒன்றை நாக்கின் அடியில் வைத்துக் கொள்ளும் போது வெப்பநிலைமானி உடலுடன் வெப்பச்சமநிலையை 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 வழுவழுப்பான ஓடுகள் பதிக்கப்பட்ட தரையின் (Tiled floor) மீதும் வைக்கும்போது, வழுவழுப்பான தரையில் வைத்துள்ள கால், தரைவிரிப்பின் மீது வைக்கப்பட்டுள்ள காலை விட அதிகக் குளிர்ச்சியை உணரும்.

ஆனால் இங்கு தரை மற்றும் தரைவிரிப்பு இரண்டும் ஒரே அறைவெப்பநிலையில் இருப்பதை கவனிக்க வேண்டும். இதற்குக் காரணம் தரைவிரிப்பை விட வழுவழுப்பான தரைக்கும் நம் காலுக்குமிடையே மிக வேகமாக வெப்பப்பரிமாற்றம் ஏற்பட்டது என்பதையே கணிக்கிறது. வெப்பநிலைமானி ஒன்றை தரை மற்றும் தரைவிரிப்பின் மீது வைத்து பார்க்கும்போது 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 ( $E_p$ ) எனப்படும்.

எடுத்துக்காட்டு: பிணைப்பாற்றல் (Bond energy)

எனவே அக ஆற்றலானது பின்வருமாறு எழுதப்படுகிறது.

எனவே அக ஆற்றலானது பின்வருமாறு எழுதப்படுகிறது.

$$U = E_K + E_p$$

- நல்லியல்பு வாயுமூலக்கூறுகளுக்கிடையே எவ்விதமான இடைவினையும் இல்லை என்று கருதுவதால் அவற்றின் அக ஆற்றல் முழுவதும் அக இயக்க ஆற்றல் வடிவிலேயே இருக்கும். இது வெப்பநிலை, துகள்களின்

எண்ணிக்கை ஆகியவற்றைச் சார்ந்திருக்கும். ஆனால் இது பருமனைச் சார்ந்ததல்ல. ஆனால் வான்டர் வால்ஸ் வாயுக்கள் போன்ற இயல்பு வாயுக்களுக்கு இது பொருந்தாது.

- அக ஆற்றல் ஒரு நிலைமாறி ஆகும். இது வெப்ப இயக்க அமைப்பின் இறுதிநிலை மற்றும் தொடக்கநிலை 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 ஒழங்கற்ற இயக்கத்தினால் ஏற்படும் இயக்க ஆற்றலையும், அவற்றின் வேதியியல் அமைப்பினால் ஏற்படும் நிலையாற்றல் இவற்றை மட்டுமே சார்ந்திருக்கும் என்பதை நன்கு புரிந்து கொள்ள வேண்டும். அமைப்பு முழுவதற்குமான மொத்த இயக்க ஆற்றல் அல்லது அமைப்பின் ஈர்ப்பு நிலை ஆற்றல் போன்றவை அமைப்பின் அக ஆற்றலின் ஒரு பகுதி என்று தவறாகக் கருதக்கூடாது.

a. ஒரே வெப்பநிலை மற்றும் அக ஆற்றலுடைய இரண்டு வாயு நிரப்பப்பட்ட 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 வாயு நிரப்பப்பட்ட 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 நீரைக்காட்டிலும், குவளையில் உள்ள சூடான நீரின் வெப்பநிலை அதிகம் இருப்பினும் குவளையில் உள்ள சுடுநீரின் அக ஆற்றலை விட வாளி நீரின் அக ஆற்றல் அதிகம். ஏனெனில் அக ஆற்றல் ஓர் அளவுச் சார்புள்ள வெப்ப இயக்கவியல் மாறி ஆகும். அது அமைப்பின் அளவு அல்லது நிறையைச் சார்ந்ததாகும்.

வாளி நீரின் அக ஆற்றல் அதிகம் எனினும், குவளையில் உள்ள சுடுநீரில் இருந்து வெப்பம் வாளி நீருக்கு பாயும். இதற்குக்காரணம் 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 என்பதைவிட "பொருள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு அக ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளது" என்று கூறுவதே சரியான முறையாகும். அமைப்பு ஒன்றின் அக ஆற்றலை அதிகரிப்பதற்கு ஒரு சிறந்த வழிமுறை வெப்பப்படுத்துவது ஆகும். இது பின்வரும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இங்கு மிக முக்கியமாக கவனத்தில் கொள்ள வேண்டியது வெப்பம் எப்போதும் அக ஆற்றலை அதிகரிக்க வேண்டும் என்ற அவசியம் இல்லை. வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில் (Isothermal நல்லியல்பு வாயுவின் உள்ளே வெப்பம் பாய்ந்தாலும் அதன் அக ஆற்றலில் எவ்வித உயர்வும் ஏற்படாது என்பதை நாம் பின்னால்க கற்க 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 துடுப்பு சக்கரத்துடன் (Paddle wheel) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. புவியீர்ப்பு விசையால் இரண்டு நிறைகளும்  $h$  தூரத்திற்கு கீழேவரும்போது 2 அபா அளவு நிலை ஆற்றலை இரண்டு நிறைகளும் இழக்கின்றன.

நிறைகள் கீழே வரும் போது நீரினுள் உள்ள துடுப்பு சக்கரம் சுற்றும். எனவே துடுப்பு சக்கரத்திற்கும் நீருக்கும் இடையே ஒரு உராய்வு விசைத்தோன்றும். இது நீரின் வெப்பநிலையை உயர்த்தும். இங்கு ஈர்ப்பு நிலை 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 வெப்பநிலைப்பொருளில் 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 புரிந்து கொண்டிருக்கிறோம். எனவே "வெப்ப இயந்திரவியல் சமனம்" 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 தொன்று தொட்டே நடைமுறையில் இருந்துவருவதால் அது தற்போதும் பின்பற்றப்படுகிறது. இதன் சரியானப் பிரயோகம் "ஜூலின் அக ஆற்றல் - இயந்திரவியல் ஆற்றல் சமனம்" என்பதேயாகும். அடிப்படையில் ஜூல் இயந்திர ஆற்றலையே அக ஆற்றலாக மாற்றியுள்ளார். ஜூலின் துடுப்பு சக்கர ஆய்வில் நிறைகளின் ஈர்ப்புநிலை ஆற்றல், துடுப்பு சக்கரத்தின் சுழல் இயக்க ஆற்றலாக மாற்றமடைந்து, பின்னர் நீரின் அக ஆற்றலாக மாற்றமடைகிறது.

#### எடுத்துக்காட்டு:

மாணவர் ஒருவர் காலைச் சிற்றுண்டியாக 200 உணவு கலோரி (food calorie) 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

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

இங்கு  $n$  என்பது தண்ணீர் ஊற்றப்பட வேண்டிய மரங்களின் எண்ணிக்கையை கூட குறிக்கிறது.

காலைச் சிற்றுண்டி மட்டும் உண்டு விட்டு 134 குடம் நீரை இறைக்க முடியுமா? நிச்சயம் முடியாது. உண்மையில் மனித உடல் உணவு ஆற்றல் முழுவதையும் வேலையாக மாற்றாது. ஏனெனில் தோராயமாக மனித உடலின் பயனுறுதிநன் 20% ஆகும். அதாவது 200 உணவு கலோரியில் 20% மட்டுமே வேலையாக மாற்றமடையும். எனவே 134 குடங்களில் 20% என்பது 26 குடங்கள் மட்டுமே. எனவே அம்மாணவர் உண்ட சிற்றுண்டிக்கு 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 பயனுறுதிநன் 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 மாறாத்தன்மை 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. கணிதமொழியில் இதனைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

இதனைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\Delta U = Q - W$$

வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் அக ஆற்றலை, வெப்பப்படுத்தியோ அல்லது வேலை செய்தோ மாற்ற இயலும். இதனை கீழே உள்ள அட்டவணையில் 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 அட்டவணை மற்றும் 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 முதல்விதி விளக்கப்படுகிறது. ஆனால் இவ்விதி எல்லாவற்றிற்கும் பொதுவானது. மேலும் திரவங்கள் மற்றும் திடப்பொருள்களுக்கும் இவ்விதியைப் பயன்படுத்த முடியும்.

சில புத்தகங்களில்  $\Delta U = Q + W$  என வெப்ப இயக்கவியலின் முதல்விதி 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.

**எடுத்துக்காட்டு**

மனிதரொருவர் 2 kg நிறையுடைய நீரினை துடுப்பு சக்கரத்தைக் கொண்டு கலக்குவதன் மூலம் 30 kJ வேலையைச் செய்கிறார். ஏறத்தாழ 5 kcal வெப்பம் நீரிலிருந்து வெளிப்பட்டு கொள்கலனின் பரப்பு வழியே வெப்பக்கடத்தல் மற்றும் வெப்பக் கதிர்வீச்சின் மூலம் சூழலுக்குக் கடத்தப்படுகிறது எனில் அமைப்பின் அக ஆற்றல் மாறுபாட்டைக் காண்க.

**தீர்வு:**

அமைப்பின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை (நீரினைக் கலக்குவதன் மூலம் மனிதரால் செய்யப்பட்ட வேலை)  $W = -30 \text{ kJ} = -30,000 \text{ J}$

அமைப்பிலிருந்து வெப்பம் வெளிப்படுகிறது,  $Q = -5$

$$\text{kcal} = 5 \times 4184 \text{ J} = -20920 \text{ J}$$

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியைப் பயன்படுத்தும்போது

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = -20,920 \text{ J} - (-30,000) \text{ J}$$

$$\Delta U = -20,920 \text{ J} + 30,000 \text{ J} = 9080 \text{ J}$$

இங்கு, அமைப்பின் மீது செய்யப்பட்ட வேலையைவிட வெப்ப இழப்பு குறைவாக உள்ளது. எனவே அக ஆற்றல் மாறுபாடு நேர்க்குறியாகும். இது அமைப்பின் அக ஆற்றல் அதிகரித்ததைக் காட்டுகிறது.

### எடுத்துக்காட்டு

மெல்லோட்டப் பயிற்சியை (Jogging) தினமும் செய்வது உடல்நலத்தை பேணிக்காக்கும் என்பது நாமறிந்ததே. நீங்கள் மெல்லோட்டப் பயிற்சியில்

ஈடுபடும் போது 500 kJ வேலை உங்களால் செய்யப்படுகிறது. மேலும் உங்கள் உடலிலிருந்து 230 kJ வெப்பம் வெளியேறகிறது எனில், உங்கள் உடலில் ஏற்படும் அக ஆற்றல் மாறுபாட்டைக் கணக்கிடுக.

### தீர்வு:

அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலை (நமது உடலை அமைப்பு என்று கருதுக)

$$W = + 500 \text{ kJ}$$

அமைப்பிலிருந்து (நமது உடல்) வெளியேற்றப்பட்ட வெப்பம்  $Q = -230 \text{ kJ}$

உடலில் ஏற்படும் அக ஆற்றல் மாறுபாடு

$$= \Delta U = - 230 \text{ kJ} - 500 \text{ kJ} = - 730 \text{ kJ}$$

எதிர்க்குறியானது நமது உடலின் அக ஆற்றல் குறைந்தது என்பதைக் காட்டுகிறது.

### மீமெது நிகழ்வு (Quasi - static Process) :

V பருமன், P அழுத்தம் மற்றும் T வெப்பநிலையில் உள்ள நல்லியல்பு வாயு அமைப்பினைக் கருதுக. நல்லியல்பு வாயு அடைக்கப்பட்ட உருளையின் பிஸ்டன் வெளிநோக்கி நகர்த்தும்போது நல்லியல்பு வாயுவின் பருமனில் மாற்றம் ஏற்படும். இதன் விளைவாக வெப்பநிலையிலும் அழுத்தத்திலும் மாற்றம் ஏற்படும். ஏனெனில், இம்மூன்று மாறிகளும் (P, T மற்றும் V)  $PV = NkT$  என்ற நிலைச்சமன்பாட்டினால் 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. இது வாயுவின் சமநிலையற்றத்தன்மையைக் (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 நிகழ்விற்கு மீமெது நிகழ்வு என்று பெயர்.

மீமெது நிகழ்வு என்பது மிகமிக மெதுவாக நடைபெறும் ஓர் நிகழ்வாகும். இந்நிகழ்வு முடியும்வரை அமைப்பு, சூழலுடன் வெப்பச்சமநிலை, இயந்திரச் சமநிலை மற்றும் வேதிச்சமநிலையில் இருக்கும்படி தன்னுடைய மாறிகளான (P, V, T) ஆகியவற்றின் மதிப்புகளை மிக மெதுவாக மாற்றிக்கொள்ளும். வரையறுக்க இயலாத அளவு மெதுவாக ஏற்படும் இம்மாற்றத்தினால் அமைப்பு எப்போதும் சமநிலைத்தன்மையை ஓட்டியே காணப்படும்.

### எடுத்துக்காட்டு:

மீமெது நிகழ்விற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டுத் தருக.

பருமன்  $V$ , அழுத்தம்  $P$  மற்றும் வெப்பநிலை  $T$  உடைய வாயு ஒன்று கொள்கலனில் அடைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளது என்க. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு பிஸ்டன் மீது ஒவ்வொரு மண்துகளாகப் போடும்போது பிஸ்டன் உள்ளூக்கி மிக மெதுவாக நகரும். இந்நிகழ்வினை கிட்டத்தட்ட மீமெது நிகழ்வாகக் கருதலாம்.

(ஒவ்வொரு மண்துகளாகப் பிஸ்டனின் மீது போடும்போது ஏற்படும் மீமெது நிகழ்வு)

**பருமனில் மாற்றம் ஏற்படும் போது செய்யப்பட்ட வேலை:**

நகரும் பிஸ்டனைக் கொண்ட வாயு நிரப்பப்பட்ட உருளை ஒன்றைக் கருதுக. மீமெது நிகழ்வில் உள்ளவாறு வாயு விரிவடைந்து பிஸ்டனை  $dx$  தொலைவு மெதுவாகத் தள்ளுகிறது.

இங்கு மீமெது நிகழ்வின் அடிப்படையில் வாயு விரிவடைகிறது. எனவே ஒவ்வொரு கணத்திலும் அழுத்தம், வெப்பநிலை மற்றும் அக ஆற்றல் ஆகியவை ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பினைப் பெற்றிருக்கும். வாயுவால் பிஸ்டன் மீது செய்யப்பட்ட சிறிய வேலை

$$dW = Fdx$$

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,  $Adx = dV =$  வாயுவின் விரிவினால் ஏற்பட்ட பருமன் மாறுபாடு எனவே வாயு விரிவடைந்ததால் செய்யப்பட்ட சிறிய வேலை

$$dW = PdV$$

இங்கு  $dV$  நேர்க்குறி என்பதை கவனிக்க வேண்டும். ஏனெனில் பருமன் அதிகரிக்கிறது.

பொதுவாக 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 கவனிக்க வேண்டும். அமைப்ப வேலை செய்யும் போது அழுத்தம் மாறிலியாக இருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை என்பதை இது உணர்த்துகிறது. தொகையீட்டு மதிப்பினைக் காண நிலைச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி அழுத்தத்தை பருமன் மற்றும் வெப்பநிலையின் சார்பாகக் குறிப்பிட வேண்டும்.

**PV வரைபடம்:**

அழுத்தம்  $P$  மற்றும் பருமன்  $V$  இவைகளுக்கு இடையே வரையப்படும் ஓர் வரைபடமே  $PV$  வரைபடமாகும். வாயு விரிவடையும் போது அவ்வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலையை  $PV$  வரைபடத்தைக் கொண்டு கணக்கிடலாம் அல்லது வாயு அழுக்கப்படும் போது அவ்வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலையைக் கணக்கிடலாம். அலகு 2 நாம் கற்றபடி வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு சிறும எல்லையிலிருந்து பெரும எல்லைவரை உள்ள சார்பின் தொகையீட்டு மதிப்பைத் தரும். இதேபோன்று  $PV$  வரைபடத்தின் கீழே உள்ள பரப்பு வாயு விரிவடையும் போது அல்லது அழுக்கப்படும் போது செய்யப்பட்ட வேலையைக் கொடுக்கும்.  $PV$  வரைபடத்தின் வடிவம் வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வின் தன்மையைச் சார்ந்தது.

### எடுத்துக்காட்டு

நிலையான வளிமண்டல 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

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

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 மாறாத தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $s_p$ ) மற்றும் பருமன் மாறாத தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $s_v$ ).

### தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன்:

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

அழுத்தம் மாறா நிலையில் 1 மப நிறையுடைய பொருளின் வெப்பநிலையை 1 K அல்லது  $1^\circ\text{C}$  உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவு அழுத்தம் மாறாததன்வெப்ப 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 kg நிறையுடைய பொருளின் வெப்பநிலையை 1 K அல்லது  $1^\circ\text{C}$  உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவு, பருமன் மாற தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் என்று அழைக்கப்படும். வாயுவின் பருமன் மாறாத 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.

இவற்றை ஒப்பிடும் போது

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

$\Delta T$  யின் எல்லை சுழியினை அடையும் போது ( $\Delta T \rightarrow 0$ ), நாம்

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

என எழுதலாம்.

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



### மேயர் தொடர்பு (Meyar'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.

$$PV = \mu RT \Rightarrow PdV + VdP = \mu RdT$$

இங்கு அழுத்தம் மாறாது, எனவே  $dP = 0$ .

$$PdV = \mu RdT$$

$$C_p dT = C_v dT = RdT$$

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

இத்தொடர்பிற்கு மேயர் தொடர்பு என்று பெயர்.

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

மேலும் இத்தொடர்பிலிருந்து, அழுத்தம் மாறா மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $C_p$ ), பருமன் மாறா மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனைவிட ( $C_v$ ) என்போதும் அதிகம் என்பதை நாம் புரிந்து கொள்ளலாம்.

## வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வுகள் (Thermodynamic Processes):

### வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வு (Isothermal process):

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

நாமறிந்தபடி நல்லியல்பு வாயுச்சமன்பாடு

$$PV = \mu RT$$

இந்நிகழ்வில்  $T$  ஓர் மாறிலி. எனவே வெப்பநிலை மாறா 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 என்பதே

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

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 அறிந்தபடி நல்லியல்பு வாயு 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 என்ற தவறான புரிதல் உள்ளது. வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில் இது உண்மையல்ல. வெப்பநிலை மாறா அமுக்கம் ஏற்படும் போது உருளையின் உள்ளே பிஸ்டன் தள்ளப்படுகிறது. இது அக ஆற்றலை அதிகரிக்கும். ஆனால் இந்த அக ஆற்றல் அதிகரிப்பு வெப்பத்தொடர்பினால் அமைப்பிற்கு வெளியே சென்று விடுகிறது.

**எடுத்துக்காட்டுகள்:**

1. தண்ணீரை வெப்பப்படுத்தும் போது, அதன் கொதிநிலையில் தண்ணீருக்கு எவ்வளவு வெப்பத்தை அளித்தாலும் தண்ணீர் முழுவதுமாக நீராவிாக மாறும் வரை அதன் வெப்பநிலை உயருவதில்லை. இதேபோன்று உறைநிலையில் உள்ள பனிக்கட்டி உருகி தண்ணீராக மாறும் போதும் பனிக்கட்டிக்கு வெப்பத்தைக் கொடுத்தாலும் அதன் வெப்பநிலை உயருவதில்லை.
2. நமது உடலின் அனைத்து வளர்சிதை மாற்றங்களும் ஒரு மாறா வெப்பநிலையிலேயே (37°C) நடைபெறுகின்றன.

**வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை:**

நல்லியல்பு வாயு ஒன்றினைக் கருதுக. மாறா வெப்பநிலையில், மீமெது நிகழ்வில் என்ற தொடக்க நிலையிலிருந்து என்ற இறுதிநிலைக்கு அதனை விரிவடைய அனுமதிக்கவும். இந்நிகழ்வில் வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலையை நாம் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

சமன்பாடு இருந்த வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை,

$$W = \int_{v_i}^{v_f} PdV$$

இந்நிகழ்வு மீமெது நிகழ்வாக உள்ளதால் ஒவ்வொரு நிலையிலும் வாயுவானது சூழலுடன் சமநிலையில் இருக்கும். இங்கு வாயு நல்லியல்பு வாயுவாகவும் ஒவ்வொரு நிலையிலும் சூழலுடன் சமநிலையில் உள்ளதாலும் நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாட்டை இங்கு நாம் பயன்படுத்தி அழுத்தத்தை பருமன் மற்றும் வெப்பநிலையின் சார்பாக எழுதலாம்.

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

சமன்பாடு இல் பிரதியிடும் போது

$$W = \int_{v_i}^{v_f} \frac{\mu RT}{V} dV$$

$$W = \mu RT \int_{v_i}^{v_f} \frac{dV}{V}$$

சமன்பாடு T தொகையீட்டிற்கு வெளியே வைத்திருக்கக் காரணம் வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வு முழுமைக்கும் இது மாறிலியாகும்.

சமன்பாடு தொகைப்படுத்தும் போது

இங்கு ஏற்பட்ட பருமன் விரிவு ஓர் வெப்பநிலை மாறா விரிவாகும்.

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

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

எனவே, வெப்பநிலை மாறா விரிவில் வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை நேர்க்குறி ஆகும்.

சமன்பாடு வெப்பநிலை மாறா அழுக்கத்திற்கும் பொருந்தும், ஆனால் வெப்பநிலை மாறா அழுக்கத்தில்  $\frac{V_f}{V_i} < 1$  எனவே  $\ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) < 0$  எனவே, வெப்பநிலை மாறா அழுக்கத்தில் வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை எதிர்க்குறி ஆகும். PV வரைபடத்தில், வெப்பநிலைமாறா விரிவின் போது வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை வரைபடத்திற்குக் கீழே உள்ள பரப்பிற்குச் சமம் என்பது காட்டப்பட்டுள்ளது.

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

வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலையைக் கணக்கிடும்போது, நிகழ்வு ஒரு மீமெது நிகழ்வு என நாம் கருதுகோம். 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 நிலைமாறிகள் நல்லியல்பு வாயுவின் தொடக்க மற்றும் இறுதி நிலைகளை மட்டுமே சார்ந்திருக்கும், இறுதிநிலைகளை அடைந்த வழிமுறையை சார்ந்திருக்காது. சமன்பாடு தொகைப்படுத்துவதற்கு மட்டுமே நாம் மீமெது நிகழ்வாக கருதினோம்.

**எடுத்துக்காட்டு:**

300 K வெப்பநிலையிலுள்ள 0.5 மோல் வாயு ஒன்று தொடக்கப்பருமன் 2L இல் இருந்து இறுதிப்பருமன் 6 L க்கு வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில் விரிவடைகிறது எனில், பின்வருவனவற்றைக் காண்க.

1. வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை?
2. வாயுவிற்குக் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவு?
3. வாயுவின் இறுதி அழுத்தம்? (வாயுமாறிலி,  $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

**தீர்வு:**

நாம் அறிந்தபடி வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை ஓர் வெப்பநிலை மாறா விரிவாகும்.

$$\text{இங்கு } \mu = 0.5$$

$$W = 0.5 \text{ mol} \times \frac{8.31 \text{ J}}{\text{mol.K}} \times 300 \text{ K} \times \ln\left(\frac{6L}{2L}\right)$$

$$W = 1.369 \text{ kJ}$$

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

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

$$\text{எனவே, } Q = W = 1.369 \text{ kJ}$$

இங்கு  $Q$  வும் நேர்க்குறியாகும். ஏனெனில் வெப்பம் அமைப்பிற்குள் செல்கிறது.

வெப்ப நிலை மாறா நிகழ்விற்கு

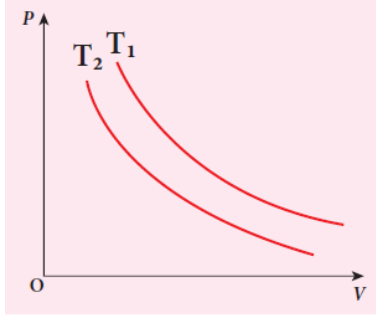
$$P_i V_i = P_f V_f = \mu RT$$

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

$$= 207.75 \text{ kPa}$$

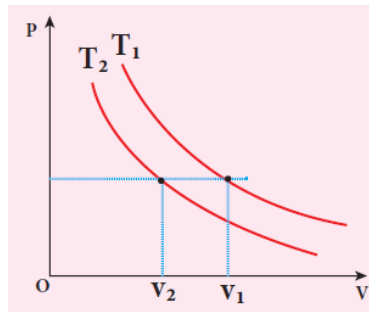
**எடுத்துக்காட்டு:**

கீழே காட்டப்பட்டுள்ள PV வரைபடம் வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் நடைபெறும் இரண்டு வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வுகளைக் குறிக்கின்றன. இரண்டு வெப்பநிலைகளில் உயர்ந்த வெப்பநிலை எது என்பதைக் கண்டறிக.



**தீர்வு:**

உயர் வெப்பநிலை வளைகோட்டைக் காண்பதற்கு படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு  $x$  அச்சுக்கு இணையாக கிடைத்தளக் கோட்டினை வரைய வேண்டும். இது மாறா அழுத்ததிற்கான கோடு ஆகும்.



மாறா, அழுத்தக் கோட்டினை வெட்டும் செங்குத்துக் கோடுகளுக்கான பருமன்கள்  $V_1$  மற்றும்  $V_2$  ஆகியவை, ஒரே அழுத்தத்தில் உள்ள பருமன்களைக் குறிக்கின்றன.

மாறா அழுத்தத்தில் அதிக பருமனுள்ள வாயுவில் வெப்பநிலையும் அதிகமாக இருக்கும். படத்திலிருந்து  $V_1 > V_2$  எனவே,  $T_1 > T_2$  என அறியலாம். பொதுவாக வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வுகளில் வெப்பநிலை குறைவாக உள்ள வளைகோடுகள் ஆதிப்புள்ளிகள் அருகே அமையும்.

### வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வு (Adiabatic Process):

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

ஒரு வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்விற்கு வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி  $\Delta U = W$  என எழுதலாம். இதிலிருந்து நாம் அறிந்துகொள்வது என்னவென்றால் வாயு அதன் அக ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி வேலை செய்யும் அல்லது வாயுவின் மீது வேலை செய்யப்பட்டு அதன் அக ஆற்றல் அதிகரிக்கும்.

வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வின் 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 உள்ள வாயு வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா முறையில் அழுக்கப்படுகிறது அல்லது வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா முறையில் விரிவடைகிறது.
2. எவ்வித வெப்பக்காப்பும் அற்ற நிலையில் சூழலுக்கு வெப்பத்தைக் கடத்த இயலாதவாறு மிகக் குறுகிய நேரத்தில் மிக வேகமாக 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 வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா அடுக்குக்குறி ஆகும். ( $\gamma = C_p/C_v$ ) இது வாயுவின் இயல்பைப் பொருத்ததாகும்.

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

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

வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா விரிவு மற்றும் அழுக்க நிகழ்விற்கான வரைபடத்தையும் வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா வளைகோடு (adiabat) என்றே அழைக்கலாம். வெப்பநிலை மாறா நிகழ்விற்கான PV வரைபடம் மற்றும் காட்டப்பட்டுள்ள வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா நிகழ்விற்கான PV வரைபடமும் கிட்டத்தட்ட ஒரே மாதிரியாக உள்ளன. ஆனால் வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்விற்கான வளைகோடு, வெப்பநிலை மாறா நிகழ்விற்கான வளைகோட்டைவிட சற்றே செங்குத்தாக காணப்படும்.

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

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

$\frac{T}{V} V^\gamma = \frac{\mu R}{V}$  எனக் கிடைக்கும்.

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

$$TV^{\gamma-1} = \text{மாறிலி}$$

வாயு ஒன்று தொடக்கச் சம நிலையிலிருந்து ( $T_i, V_i$ ) இறுதி சம நிலைக்கு ( $T_f, V_f$ ) 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) ற்கான 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. முதிவண்டி சக்கரத்தில் காற்றைச் செலுத்தும் முனை மூடப்பட்டுள்ளது. என்று கருதுக. காற்றானது அதன் தொடக்கப்பருமனிலிருந்து நான்கில் ஒரு பங்கு இறுதிப்பருமனுக்கு அழுத்தப்படுகிறது என்றால் அதன் இறுதி வெப்பநிலை என்ன? சக்கரத்தின் காற்று செலுத்தும் முனை மூடப்பட்டுள்ளதால் காற்று சக்கரத்தினுள் செல்ல முடியாது. எனவே இங்கு காற்றடிக்கும் நிகழ்வின் வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா அழுக்கமாகக் கருதலாம். காற்றுக்கு ( $\gamma = 1.4$ )

**தீர்வு:**

காற்றடிக்கும் நிகழ்வு வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா அழுக்கமாக கருதப்படுகிறது. பருமன் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே வெப்பநிலையைக் கணக்கிட வேண்டும். இங்கு சமன்பாடு (8.38) ஐப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

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

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

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

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

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

இந்த இறுதி வெப்பநிலை நீரின் கொதிநிலையை விட அதிகம். எனவே மிதிவண்டியில் சக்கரத்திற்கு கைப்பம்பினைப் பயன்படுத்தி காற்றடிக்கும் போது காற்று நிரப்பும் முனையைத் தொடுவது ஆபத்தானதாகும்.

பிஸ்டனை மிக வேகமாக அழுத்தும்போது உருவாகும் வெப்பத்தினை குறுகிய நேரத்தில் குழலுக்குக் கடத்த இயலாது. எனவே வாயுவின் வெப்பநிலை விரைவாக உயரும். இது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இத்தத்துவம் டீசல் இயந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. காற்று-பெட்ரோல் கலவையை வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா முறையில் மிக வேகமாக அழுக்கும்போது அக்கலவையின் வெப்பநிலை தீப்பற்றும் அளவுக்கு மிக வேகமாக உயரும்.

வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை முழுமையாக வெப்பக்காப்புச் செய்யப்பட்ட சுவர், அடிப்பரப்பு கொண்ட உருளையினுள் உள்ள  $\mu$  மோல் நல்லியல்பு வாயுவைக் கருதுக. A குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு கொண்ட உராய்வற்ற வெப்பக்காப்புப் பெற்ற பிஸ்டன் உருளையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா முறையில் அமைப்பு ( $P_i, V_i, T_i$ ) என்ற தொடக்க நிலையிலிருந்து ( $P_f, V_f, T_f$ ) என்ற இறுதிநிலையை அடையும்போது செய்யப்பட்ட வேலை  $W$  என்க.

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

வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா இந்நிகழ்வு ஒரு மீமெது நிகழ்வு எனக்கருதுக, ஒவ்வொரு நிலையிலும் நல்லியல்பு வாயு விதி இங்கு பொருந்தும்.

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



$$W = PdV$$

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

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

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

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

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

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

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

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

நல்லியல்பு வாயு விதியிலிருந்து,

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

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 நேர்க்குறி மதிப்பாகும். இங்கு  $T_i > T_f$ , எனவே வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா விரிவில் வாயு குளிர்ச்சியடையும்.

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

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

### குறிப்பு

வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா 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 இறுதிநிலையை அடைந்த வழிமுறையைச் சார்ந்ததல்ல. தொகையிடலுக்காக மட்டுமே நாம் மீமெது நிகழ்வு என்று கருதினோம். படம் (8.32) இல் காட்டப்பட்டுள்ள வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வில் PV வரைபடத்திற்கு கீழே உள்ள பரப்பு, இந்நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட மொத்த வேலையைக் கொடுக்கும்.

வெப்பநிலை மாறா வளைகோடு மற்றும் வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா வளைகோடு இவற்றிற்கிடையேயான வேறுபாட்டை புரிந்து கொள்ளவே  $T_i$  மற்றும்  $T_f$  வெப்பநிலைகளுக்கான வெப்பநிலை மாறா வளைகோட்டுடன், சேர்த்து வெப்பப்பரிமாற்ற மற்ற வளைகோடும் படம் (8.32) இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்விற்கான வளைகோடு, வெப்பநிலை மாறா வளைகோட்டை விட செங்குத்தாக இருக்கும். ஏனெனில் எப்போதும்  $\gamma > 1$  ஆகும்.

### அழுத்தம் மாறா நிகழ்வு (Isobaric Process)

இது மாறாத அழுத்தத்தில் ஏற்படும் ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வாகும். இந்நிகழ்வில் அழுத்தம் மாறிலியாக இருந்தாலும், வெப்பநிலை, பருமன் மற்றும் ஆக ஆற்றல் போன்றவை மாறிலிகள் அல்ல. நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாட்டிலிருந்து.

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

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

அழுத்தம் மாறா நிகழ்வில், கெல்வின் வெப்பநிலை பருமனுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

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

அழுத்தம் மாறா நிகழ்வில்  $V - T$  வரைபடம் ஆதிப்புள்ளி வழியேச் செல்லும் ஓர் நேர்க்கோடாக அமையும் என்பதை மேற்கண்ட சமன்பாடு உணர்த்துகிறது.

வாயு ஒன்று ( $V_i, T_i$ ) என்ற நிலையிலிருந்து ( $V_f, T_f$ ) என்ற நிலைக்கு மாறா அழுத்தத்தில் செல்லும்போது பின்வரும் சமன்பாட்டை நிறைவு செய்யும்.

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

அழுத்தம் மாறா நிகழ்விற்கான எடுத்துக்காட்டுகள் வாயுவை வெப்பப்படுத்தும்போது வாயு வெப்பமடைந்து பின்னர் அது பிஸ்டனைத் தள்ளுகிறது. எனவே வாயுவானது வளிமண்டல அழுத்தம் மற்றும் புவியீர்ப்பு விசை இவற்றின் கூடுதலுக்குச் சமமான ஓர் விசையை பிஸ்டனின் மீது செலுத்துகிறது எனில் இந்நிகழ்வு ஓர் அழுத்தமாறா நிகழ்வாகும்.

நமது வீட்டு சமையல் அறையில் நடைபெறும் பெரும்பாலான சமையல் நிகழ்வுகள் அழுத்தம் மாறா நிகழ்வுகள் ஆகும். திறந்த பாத்திரத்தில்

உணவினை சமைக்கும்போது உணவிற்கு மேலே உள்ள அழுத்தம் எப்போதும் வளிமண்டல அழுத்தத்திற்குச் சமமாகும்.

படம் 8.35இல் காட்டியுள்ளவாறு அழுத்தம் மாறா நிகழ்விற்கான PV வரைபடம் பரும அச்சுக்கு இணையாகச் செல்லும் ஓர் கிடைத்தளக் கோடாகும். பருமன் குறையும் அழுத்தம் மாறா நிகழ்வினை படம் 8.35 (a) காட்டுகிறது.

பருமன் அதிகரிக்கும் அழுத்தம் மாறா நிகழ்வினை படம் 8.35 (b) காட்டுகிறது.

அழுத்தம் மாறா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை

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

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

அழுத்தம் மாறா நிகழ்வில், 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. இது வாயுவின் மீது வேலை செய்யப்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது.  $\Delta V$  நேர்க்குறியாக இருந்தால்,  $W$  நேர்க்குறியாகும். இது வாயுவால் வேலை செய்யப்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது.

சமன்பாடு (8.48)ஐ நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி மாற்றி அமைக்கலாம்.

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

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 மாறா வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு, அழுத்தம் மாறா நிகழ்வினால் செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமமாகும். படம் 8.36 இல் காட்டப்பட்டுள்ள நிழலிடப்பட்ட பகுதி வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமமாகும்.

அழுத்தம் மாறா நிகழ்விற்கான வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதியை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

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

இரண்டு வெவ்வேறு அழுத்தங்களில் நடைபெறும் அழுத்தம் மாறா நிகழ்வுகளுக்கான V - T வரைபடம் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது. இவற்றுள் எந்தநிகழ்வு உயர் அழுத்தத்தில் நடைபெறும் என்று கண்டறிக.

**தீர்வு**

நல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாட்டிலிருந்து,

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

V - T வரைபடம் ஆதிப்புள்ளி வழியேச் 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

$27^\circ\text{C}$  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) இப்பரும விரிவு வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா முறையில் நடந்தால், வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை என்ன?  
(ii) இப்பரும விரிவு அழுத்தம் மாறா முறையில் நடந்தால், வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை என்ன?  
(iii) இப்பரும விரிவு வெப்பநிலை மாறா முறையில் நடந்தால், வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை என்ன?
- (b) மேற்கண்ட மூன்று நிகழ்வுகளிலும், எந்நிகழ்வில் அக ஆற்றலில் பெரும் மாற்றம் அடைகிறது மற்றும் எந்நிகழ்வில் சிறும மாற்றம் ஏற்படுகின்றது.
- (c) இம்மூன்று நிகழ்வுகளுக்கான PV வரைபடத்தை வரையவும்.
- (d) இம்மூன்று நிகழ்வுகளில் எந்நிகழ்வில் வெப்பம் வாயுவுக்கு அதிக வெப்பம் அளிக்கப்பட்டிருக்கும் மற்றும் எந்நிகழ்வில் 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  $T_f$  ஐக் கண்டறிய வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிலைச்சமன்பாடு.

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

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

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

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

(ii) அழுத்தம் மாறா நிகழ்வில் அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலை

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

மேலும்  $V_f = 2V_i$  எனவே  $W = 2PV_i V_i$  ஐக் 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

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

வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில் தொடக்க அறை வெப்பநிலை ஒரு மாறிலியாகும்.

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

(b) இம்முன்று நிகழ்வுகளையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது அழுத்தம் மாறா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை, பெருமமதிப்பையும், வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை சிறுமதிப்பையும் பெற்றுள்ளன.

(c) இம்முன்று நிகழ்வுகளுக்கான PV வரைப்படம் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.

AB வளையோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு = அழுத்தம் மாறா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை

AC வளை கோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு = வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை

AD வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு = வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை

PV வரைபடத்தில் AB வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு மற்ற வளைகோடுகளின் பரப்பைவிட அதிகம். எனவே அழுத்தம் மாறா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை பெருமமதிப்பையும் வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை மதிப்பையும் பெற்றுள்ளன.

வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வில் அமைப்பிற்கு எவ்விதமான வெப்பமும் செல்லவில்லை அதேபோன்று அமைப்பிலிருந்து எவ்விதமான வெப்பமும் வெளியேறவும் இல்லை. வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வுடன் ஒப்பிடும்போது அழுத்தம் மாறா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை அதிகம் எனவே வெப்பமும் அதிகம்.

### பருமன் மாறா நிகழ்வு (Isochoric process)

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

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

பருமன் மாறா நிகழ்விற்கான 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 மாறா நிகழ்விற்கான P-T வரைபடம் ஆதிப்புள்ளி வழியேச் செல்லும் ஓர் நேர்க்கோடாகும்.  $(P_i, T_i)$  என்ற தொடக்கப்புள்ளியிலிருந்து வாயு  $(P_f, T_f)$  என்ற இறுதிப்புள்ளிக்கு மாறாப்பருமனில் செல்லும்போது அமைப்பு பின்வரும் சமன்பாட்டை நிறைவு செய்கிறது.

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

பருமன் மாறா நிகழ்வில்,  $\Delta V = 0$  எனவே  $W = 0$  வெப்ப இயக்கவியலின் முதல்விதியானது

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

என்று எழுதப்படுகிறது.

இதிலிருந்து நாம் அறிவது என்னவென்றால் அமைப்பிற்குக் கொடுக்கப்படும் வெப்பம் அக ஆற்றலை மட்டுமே அதிகரிக்கும். இதன் விளைவாக வெப்பநிலை உயரும் மேலும் அழுத்தமும் அதிகரிக்கும்.

அமைப்பு ஒன்று மாறா பருமனில் தனது வெப்பத்தை வெப்பம் கடத்தும் சுவரின் மூலமாக சூழலுக்குக் 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 சிறிது மேல் நோக்கித்தள்ளப்படும். இதற்குகாரணம் பாத்திரத்தை மூடியைக்கொண்டு மூடிய பின்பு பருமன் ஒரு மாறா மதிப்பினைப்பெறும் வெப்பம் தொடர்ந்து அளிக்கப்படும்போது அழுத்தம் அதிகரிக்கும் இதனால் நீராவி மேல் நோக்கிச் சென்று மூடியை மேல்நோக்கித் தள்ள முயற்சிக்கும்.
2. மோட்டார் சைக்கிள், கார் போன்ற தானியங்கி வாகனங்களில் உள்ள பெட்ரோல் இயந்திரம் நான்கு நிகழ்வுகளை மேற்கொள்ளும். முதலில் படம் (a) ல் காட்டியுள்ளவாறு பிஸ்டன் வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வின் மூலம் ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனுக்கும் சுருங்கும். இரண்டாவதாக படம் (b) இல் காட்டியுள்ளவாறு (காற்று + எரிபொருள்) கலவையின் பருமனை மாறிலியாக வைத்துக்கொண்டு வெப்பம் கொடுக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக வெப்பநிலையும் அழுத்தமும் அதிகரிக்கும். இது ஒரு பருமன் மாறா நிகழ்வாகும். மூன்றாவது நிகழ்வில் படம் (c) இல் காட்டியுள்ளவாறு வெப்பப் பரிமாற்றமில்லா விரிவு ஏற்படுகிறது. நான்காவது நிகழ்வில் படம் (d) இல் காட்டியுள்ளவாறு பிஸ்டனை இயக்காமல் பருமன் மாறா நிகழ்வு மீண்டும் ஏற்பட்டு வெப்பம் வெளியேற்றப்படுகிறது.

## எடுத்துக்காட்டு 8.21

500g நீர், 30°C வெப்பநிலையிலிருந்து 60°C வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது எனில் நீரின் அக ஆற்றல் மாறுபாட்டைக் கணக்கிடுக. (இங்கு நீரின் விரிவினை புறக்கணிக்கவும் 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 விரிவை புறக்கணிக்கிறோம். எனவே இந்நிகழ்வினை ஓர் பருமன் மாறா நிகழ்வாகக் கருதலாம். பருமன் மாறா நிகழ்வில் செய்யப்படும் வேலை சுழியாகும். மேலும் அளிக்கப்படும் வெப்பமானது அக ஆற்றலை அதிகரிப்பதற்கு மட்டுமே பயன்படுத்தப்படும்.

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

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

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

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



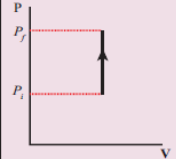
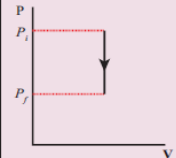
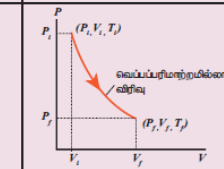
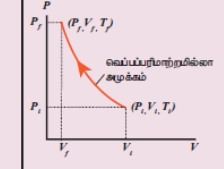
## சுழற்சி நிகழ்வு (Cyclic Process)

இவ்வகை வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வில், வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு ஒரு நிலையிலிருந்து தொடர்ச்சியாக மாற்றமடைந்து இறுதியில் தனது தொடக்க நிலையை மீண்டும் அடையும். ஆமைப்பு தனது தொடக்க நிலையையே மீண்டும் அடைவதால்

பல்வேறு வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வுகளின் சுருக்கம்

வ.எண்	நிகழ்வு	வெப்பம்	வெப்பநிலை மற்றும் அக ஆற்றல்	அழுத்தம்	
1.	வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வு	விரிவு	$Q > 0$	மாறிலி	குறைகிறது
		அழுக்கம்	$Q < 0$	மாறிலி	அதிகரிக்கிறது
2.	அழுத்தம் மாறா நிகழ்வு	விரிவு	$Q > 0$	அதிகரிக்கிறது	மாறிலி
		அழுக்கம்	$Q < 0$	குறைகிறது	மாறிலி
3.	பருமன் மாறா நிகழ்வு		$Q < 0$	அதிகரிக்கிறது	அதிகரிக்கிறது
			$Q < 0$	குறைகிறது	குறைகிறது
4.	வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வு	விரிவு	$Q = 0$	குறைகிறது	குறைகிறது
		அழுக்கம்	$Q = 0$	அதிகரிக்கிறது	அதிகரிக்கிறது

பருமன்	நிலைச் சமன்பாடு	செய்யப்பட்ட வேலை (நல்லியல்பு வாயு)	(PV-வரைபடம்)
அதிகரிக்கிறது	$PV = \text{மாறிலி}$	$W = \mu RT \ln \left( \frac{V_f}{V_i} \right) > 0$	
குறைகிறது		$W = \mu RT \ln \left( \frac{V_f}{V_i} \right) < 0$	
அதிகரிக்கிறது	$\frac{V}{T} = \text{மாறிலி}$	$W = P[V_f - V_i] = P\Delta V > 0$	
குறைகிறது		$W = P[V_f - V_i] = P\Delta V < 0$	

மாறிலி	$\frac{P}{T} = \text{மாறிலி}$	சுழி	 
அதிகரிக்கிறது	$PV^\gamma = \text{மாறிலி}$	$W = \frac{\mu R}{\gamma - 1} (T_i - T_f) > 0$	
குறைகிறது		$W = \frac{\mu R}{\gamma - 1} (T_i - T_f) < 0$	

அக ஆற்றலில் ஏற்பட்ட மாறுபாடு சுழியாகும். சுழற்சி நிகழ்வில் அமைப்பிற்குள் வெப்பம் செல்லும், அதே போன்று அமைப்பிலிருந்தும் வெப்பம் வெளியேறும். வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியிலிருந்து, அமைப்பிற்கு மாற்றப்பட்ட தொகுப்பயன் வெப்பம் வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமமாகும்.

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

**சுழற்சி நிகழ்விற்கான PV வரைபடம்:**

சுழற்சி நிகழ்விற்கான PV வரைபடம் ஒரு மூடப்பட்ட வளைகோடாகும்.

வாயுவானது சுழற்சி நிகழ்வின் மேற்கொள்கிறது எனக்கருதுக. இந்நிகழ்வில் வாயு ஒரு விரிவு மற்றும் அமுக்கத்திற்குப் பின்வ தனது தொடக்க நிலையை அடைகிறது.

பருமன்  $V_1$  லிருந்து  $V_2$  க்கு வாயு விரிவடையும் போது வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை  $W_1$  என்க. இவ்வேலை காட்டப்பட்டுள்ள CBA வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பிற்குச் சமமாகும்.

பருமன்  $V_2$  விலிருந்து  $V_1$  க்கு வாயு சுருங்கும்போது வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை  $W_2$  என்க. இவ்வேலை காட்டியுள்ளவாறு ADC வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பிற்குச் சமமாகும்.

இந்த சுழற்சி நிகழ்வின் மூலம் செய்யப்பட்ட தொகுப்பயன் வேலை =  $W_1 - W_2$  காட்டப்பட்டுள்ளன வளையப்பாதையின் நடுவே உள்ள பச்சை நிறமிடப்பட்ட பரப்பிற்குச் சமமாகும்.

எனவே சுழற்சி நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட தொகுபயன் வேலை சுழி அல்ல. பொதுவாக தொகுபயன் வேலை நேர்க்குறியில் அல்லது எதிர்க்குறியில் இருக்கும். தொகுபயன் வேலை நேர்க்குறியில் இருப்பின், அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலை, அமைப்பின் மீது செய்யப்பட்ட வேலையை விட அதிகமாக இருக்கும்.

தொகுபயன் வேலை எதிர்க்குறியில் இருந்தால் அமைப்பினால் செய்யப்பட்டால் வேலை, அமைப்பின் மீது செய்யப்பட்ட வேலையைவிடக் குறைவாக இருக்கும்.

மேலும் சுழற்சி நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட தொகுபயன் வேலை நேர்க்குறியாக இருப்பின் இந்நிகழ்வின் வரைபடம் வலஞ்சுழியாக அமையும். சுழற்சி நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட தொகுபயன் வேலை எதிர்க்குறியாக இருப்பின் இந்நிகழ்வின் வரைபடம் இடஞ்சுழியாக அமையும்.  
உள்ள நிகழ்வு வலஞ்சுழி திசையில் செயல்படுகிறது.

### எடுத்துக்காட்டு

வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் வரைபடங்கள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு சுற்று நிகழ்விற்குமான மொத்த வேலையைக் கணக்கிடுக.

#### தீர்வு:

**நேர்வு a)** மூடப்பட்ட பாதையின் திசை இடஞ்சுழியாக உள்ளது. இதிலிருந்து, அமைப்பின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை, அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலையைவிட அதிகமாகும். BC வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலையைக் கொடுக்கும் (அழுத்தம் மாறா அமுக்கம்). மேலும் DA வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட மொத்த வேலையைக் கொடுக்கும்.

BC வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு = செவ்வகம் BC 12 வின் பரப்பு =  $1 \times 4 = -4 \text{ J}$  இங்கு எதிர்க்குறி அமைப்பின் மீது செய்யப்பட்ட வேலையைக் குறிக்கிறது.

DA வளைக்கோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு =  $1 \times 2 = +2 \text{ J}$

சுற்று நிகழ்வினால் செய்யப்பட்ட தொகுபயன் வேலை =  $-4 + 2 = -2 \text{ J}$

**நேர்வு (b):** மூடப்பட்ட பாதையின் திசை வலஞ்சுழியாக உள்ளது. எனவே செய்யப்பட்ட வேலையின் தொகுபயன் மதிப்பு நேர்க்குறியாகும். அமைப்பின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை, அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலையை விடக் குறைவானது என்பதை இதிலிருந்து அறியலாம்.

BC வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலையைக் கொடுக்கும் (அழுத்தம் மாறா அமுக்கம்) மேலும் AB வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட மொத்த வேலையைக் கொடுக்கும்.

AB வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு = (BC12) செவ்வகத்தின் பரப்பு + (A B C)

$$\text{முக்கோணத்தின் பரப்பு} = (1 \times 2) + \frac{1}{2} \times 1 \times 2 = +3J$$

BC வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு செவ்வகத்தின் பரப்பு =  $1 \times 2 = 2J$   
சுழற்சி நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட தொகுபயன் வேலை =  $1 J$  இது ஒரு நேர்க்குறி மதிப்பாகும்.

நேர்வு (c) மூடப்பட்ட பாதையின் திசை இடஞ்சுழியாக உள்ளது. எனவே தொகுபயன் வேலை எதிர்க்குறியாகும். அமைப்பின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலையை விட அதிகம் என்று இதுகாட்டுகிறது. AB வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலையைக் கொடுக்கும். (அழுத்தம் மாறா அழுக்கம்) மேலும் CA வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட மொத்த வேலையைக் கொடுக்கும்.

$$AB \text{ வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு} = \text{செவ்வகத்தின் பரப்பு} = 4 \times 1 = -4J$$

$$CA \text{ வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு} = \text{செவ்வகத்தின் பரப்பு}$$

$$\text{முக்கோணத்தின் பரப்பு} = (1 \times 2) + \frac{1}{2} \times 1 \times 2 = +3J$$

சுற்றுநிகழ்வினால் செய்யப்பட்ட மொத்த வேலை =  $-1 J$ . இது ஒரு எதிர்க்குறி மதிப்பாகும்.

#### 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 காள் 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 நிகழ்வு நடைபெறுவதற்கான நிபந்தனைகள்:**

1. இச்செயல்முறை மிக மிக மெதுவாக நடைபெற வேண்டும்.
2. செயல்முறை நடைபெற்று முடியும் வரை அமைப்பும், சூழலும் தொடர்ந்து எந்திரவியல், வெப்பவியல் மற்றும் வேதியியல் சமநிலையில் இருக்க வேண்டும்.
3. உராய்வு விசை, பாகியல் விசை, மின்தடை போன்ற ஆற்றல் இழப்பு ஏற்படுத்தும் விசைகள் ஏதும் இருக்கக்கூடாது.

அனைத்து மீள் நிகழ்வுகளும் மீமெது நிகழ்வுகள் தான். ஆனால் அனைத்து மீமெது நிகழ்வுகளும் மீள் நிகழ்வுகளாக இருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, பிஸ்டனை மிக மெதுவாக அழுத்தம் போது உருளையின் சுவருக்கும், பிஸ்டனுக்கும் இடையே உராய்வு விசை இருந்தால் சிறிதளவு ஆற்றல் சூழலுக்கு இழக்கப்படும். இவ்வாற்றலை மீண்டும் பெற இயலாது. எனவே இது மீமெது நிகழ்வாக இருந்தாலும் மீள் நிகழ்வு இல்லை.

**மீளா நிகழ்வு (Irreversible process):**

இயற்கை நிகழ்வுகள் அனைத்தும் மீளா நிகழ்வுகளாகும். இத்தகைய நிகழ்வுகளை PV வரைபடத்தில் குறிப்பிட இயலாது. ஏனெனில் மீளா நிகழ்வின் ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் அழுத்தம், வெப்பநிலை போன்றவற்றிற்கு குறிப்பிட்ட மதிப்பு இருக்காது.

வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வு ஒன்றின் ஆற்றல் மாறாத்தன்மைக்கான கூற்றே, வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியாகும். எடுத்துக்காட்டாக, சூடான பொருளொன்றை குளிர்ச்சியான பொருளின் மீது வைக்கும் போது, வெப்ப ஆற்றல் சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ச்சியான பொருளுக்கு பாய்கிறது. ஏன் வெப்பம் குளிர்ச்சியான பொருளிலிருந்து சூடான பொருளுக்கு பாயவில்லை? குளிர்ச்சியான பொருளிலிருந்து சூடான பொருளுக்கு வெப்ப ஆற்றல் பாய்வதையும் வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி அனுமதிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக 5 J ஆற்றல் சூடான பொருளிலிருந்து சூடான பொருளுக்கு பாய்ந்தாலும் தொகுபயன் அமைப்பின் மொத்த ஆக ஆற்றல் மாறாது. ஆனால் 5 J வெப்பம் குளிர்ச்சியான பொருளிலிருந்து வெப்பமான பொருளுக்கு எப்போதும் பாயாது.

இயற்கையாகவே இது போன்ற நிகழ்வுகள் ஒரு திசையின் மட்டுமே நடைபெறும். எதிர்த்திசையில் நடைபெறுவதில்லை. இந்நிகழ்வுகள் எந்தத் திசையில் நடைபெற்றாலும் அமைப்பின் மொத்த ஆற்றல் மாறாமல் இருக்கும். இருப்பினும் எதிர்த்திசையில் இந்நிகழ்வு நடைபெறாது என்பதை இங்கு கவனிக்க வேண்டும்.

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி ஒரு இயற்கை நிகழ்வு எதிர்த்திசையில் ஏன் நடைபெறுவதில்லை என்பதற்கான விளக்கத்தைக் கொடுக்கவில்லை.

என்பதற்கான விளக்கத்தைக் கொடுக்கவில்லை.

பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் அறிவியல் மேதைகள் எதிர்த்திசையில் ஒரு நிகழ்வு நடைபெறாததற்கான விளக்கத்தைக் கொடுக்க முனைந்தார்கள். அதன் பயனாக இயற்கையின் ஒரு புதிய விதியினைக் கண்டறிந்தார்கள். அதுதான் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி. இந்த இரண்டாம் விதியின்படி வெப்பம் எப்போதும் சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ச்சியான பொருளுக்குத் தானாகவே பாயும் இதனை வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியின் கிளாசியஸ் கூற்று என்று அழைப்பார்கள்.

### 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 பயனுறுதிற்ன் 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 சுற்றுப்புறத்திற்கு வெளியேற்றும் வெப்ப சுற்றுப்புறத்திற்கு வெளியேற்றும். வெப்ப இயந்திரம் சுழற்சி நிகழ்வில் (Cyclic process) செயல்படுகிறது.

அறைவெப்பநிலையிலுள்ள சுற்றுப்புறச் சூழலாகும். தானியங்கி இயந்திரம் சைலன்ஸர் (புகைபோக்கி) வழியாக வெப்பத்தை சுற்றுப்புறத்திற்கு 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 பயனுறுதிறன் 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 பயனுறுதிறன் எப்போதும் 1 ஐவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். இதிலிருந்து ஏற்கப்பட்ட 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  $\therefore$  பிளாங்க் கூற்றை பின்வருமாறு வரையறை செய்வோம்.

**கெல்வின்  $\therefore$  பிளாங்க் கூற்று**

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

இக்கூற்றிலிருந்து 100% பயனுறுதிறன் 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 பயனுறுதிறன்

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

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

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

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

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

ஒரு வெப்ப இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறன் 100% இல்லை என முந்திய பிரிவில் நாம் பயின்றோம். அவ்வாறு இருக்கும் பட்சத்தில் ஒரு வெப்ப இயந்திரத்தின் அதிகபட்ச பயனுறுதிறன் என்ன? 1824 ஆம் ஆண்டு கார்னோ என்ற பிரெஞ்சு பொறியாளர், வெப்பமூலம் மற்றும் வெப்ப ஏற்பிக்களுக்கிடையே சுற்று செயல்முறையில் செயல்படும். மீள் நிகழ்வு வெப்ப இயந்திரம் (Reversible heat engine) அதிகபட்ச பயனுறுதிறனைப் பெற்றள்ளது என நிரூபித்தார். இந்த இயந்திரமே கார்னோ இயந்திரம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இரண்டு வெப்பநிலைகளுக்கிடையே சுழற்சி நிகழ்வாக, செயல்படும் மீள்நிகழ்வு இயந்திரம் கார்னோ இயந்திரமாகும்.

கார்னோ இயந்திரம் நான்கு முக்கியப்பாகங்களைப் பெற்றுள்ளது. அவை பின்வருமாறு.

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

#### கார்டீனோ சுற்று:

கார்டீனோ சுற்றி செயல்பாடு பொருள் நான்கு தொடர்ச்சியான மீள் நிகழ்வுகளை சுழற்சி முறையில் நிகழ்த்துகிறது.

செயல்பாடு பொருளின் தொடக்க அழுத்தம் மற்றும் பருமனை  $P_1, V_1$  என்க. நிகழ்வு  $A \rightarrow B$  ( $P_1, V_1, T_H$ ) முதல் ( $P_2, V_2, T_H$ ) வரையிலான மீமெது வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வு: உருளை வெப்ப மூலத்தின் மீது வைக்கப்படுகிறது. வெப்பம் வெப்ப மூலத்திலிருந்து உருளையின் அடிப்பரப்பின் வழியே செயல்படு பொருளுக்கு (நல்லியல்பு வாயுக்கு) பாய்கிறது. இது ஒரு வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வாகும். எனவே செயல்படு பொருளில் அக ஆற்றல் எவ்வித மாற்றமும் ஏற்படாது. பெறப்பட்ட வெப்பத்தினால் வாயுவின் பருமன் அதிகரிக்கும். பிஸ்டனை மிக மெதுவாக மேலே வருவதற்கு அனுமதிக்க வேண்டும். (மீமெது நிகழ்வின் அடிப்படையில்) வாயுவின் பருமன்  $V_1$  லிருந்து  $V_2$  க்கு அதிகரிக்கும். அதன் அழுத்தம்  $P_1$  லிருந்து  $P_2$  க்கு குறையும் போது வாயுவினால் செய்யப்பட்ட வேலை  $W$  என்க. இது PV - வரைபடத்தில் AB பாதையாக குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

வாயுவினால் செய்யப்பட்ட வேலை

$$Q_H = W_{A \rightarrow B} = \int_{V_1}^{V_2} P dV$$

இந்நிகழ்வு மீமெது நிகழ்வாக உள்ளதால் நல்லியல்பு வாயு அதன் இறுதி நிலையை அடையும் வரை வெப்பமூலத்துடன் சமநிலையில் இருக்கும்.

வெப்பநிலை மாறா விரிவினால் செய்யப்பட்ட வேலை சமன்பாடு குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

$$W_{A \rightarrow B} = \mu RT_H \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) = AB \text{ வளை கோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு}$$

இது காட்டப்பட்டுள்ளது.

நிகழ்வு  $B \rightarrow C$  ( $P_2, V_2, T_H$ ) முதல் ( $P_3, V_3, T_L$ ) வரையிலான மீமெது வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா விரிவு.

உருளை வெப்பக்கடத்தா மேடை மீது வைக்கப்படுகிறது பிஸ்டனை மேல் நோக்கி நகர அனுமதிக்க வேண்டும். வாயு வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா முறையில் விரிவடைவதால் அதன் பருமன்  $V_2$  லிருந்து  $V_3$  க்கு அதிகரிக்கும் அதன் அழுத்தம்  $P_2$  விலிருந்து  $P_3$  க்குக் குறையும் வெப்பநிலை  $T_L$  ஆகும். PV வரைபடத்தில் இந்த வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா விரிவு BC வளைகோடாக காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வு மீமெது நிகழ்வாக நடைபெற்றதால், நல்லியல்பு வாயு இந்நிகழ்வு முழுவதும் சமநிலையில் இருக்கும். மேலும் இது ஒரு மீள் நிகழ்வு என்பதையும் இது காட்டுகிறது.

சமன்பாடு இருந்து வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா விரிவினால் வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை

$$W_{B \rightarrow C} = \int_{V_2}^{V_3} PdV = \frac{\mu R}{\gamma - 1} [T_H - T_L] = BC$$

வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு

நிகழ்வு  $C \rightarrow D$

$(P_3, V_3, T_1)$  முதல்  $(P_4, V_4, T_L)$  வரையிலான மீமெது வெப்பநிலை மாறா அமுக்கம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

உருளை, வெப்ப ஏற்பியின் மீது வைக்கப்படுகிறது. வாயுவின் அழுத்தம்  $P_4$  மற்றும் அதன் பருமன்  $V_4$  ஐ அடையும் வரை வாயு வெப்பநிலை மாறா அமுக்கத்திற்கு உட்படுகிறது. இது PV வரைபடத்தில் CD வளைகோட்டினால் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

$$\therefore W_{C \rightarrow D} = \int_{V_3}^{V_4} PdV = \mu RT_L \ln \left( \frac{V_4}{V_3} \right) = -\mu RT_L \ln \left( \frac{V_3}{V_4} \right)$$

= -CD வளைகோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு

இந்த வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா அமுக்கத்திலும் வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை எதிர்க்குறியாகும்.

காட்டப்பட்டுள்ளது.

செயல்படு பொருளின் மீது ஒரு முழு சுற்றில் செய்யப்பட்ட தொகுபயன் வேலை  $W$  என்க.

$$W = \text{வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை} - \text{வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை} \\ = W_{A \rightarrow B} + W_{B \rightarrow C} - W = W_{C \rightarrow D} - W_{D \rightarrow A}$$

$$\text{இங்கு} \quad W_{B \rightarrow C} = W_{D \rightarrow A}$$

$$W = W_{A \rightarrow B} - W_{C \rightarrow D}$$

முழு சுற்றுக்கு கார்னோ இயந்திரத்தால் செய்யப்பட்ட தொகுபயன் வேலை

$$W = W_{A \rightarrow B} - W_{C \rightarrow D}$$

ஒரு முழு சுற்றுக்கு செயல்படு பொருளால் (நல்லியல்பு வாயு) செய்யப்பட்ட தொகுபயன் வேலை PV வரைபடத்தில் உள்ள ABCD எனற மூடப்பட்ட வளைகோட்டினால் சூழப்பட்ட பரப்பிற்குச் சமம் என்பதை சமன்பாடு காட்டுகிறது.

மிக முக்கியமாக கவனிக்க வேண்டிய ஒன்று, ஒரு முழு சுற்றுக்குப் பின்னர் செயல்படு பொருள் தனது தொடக்க வெப்பநிலை  $T_H$  ஐ அடைகிறது. இதிலிருந்து நாம் அறிந்து கொள்வது என்னவென்றால் ஒரு முழு சுற்றுக்குப்பின்னர் செயல்படு பொருளின் (நல்லியல்பு வாயுவின்) அக ஆற்றல் மாறுபாடு சுழி என்பதாகும்.

### கார்னோ இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறன்

ஒரு முழு சுற்றுக்கு செயல்படு பொருளினால் (நல்லியல்பு வாயு) செய்யப்பட்ட வேலைக்கும், வெப்ப மூலத்திலிருந்து பெறப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவுக்கும் உள்ள விகிதம் கார்னோ இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறன் என்று வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\eta = \frac{\text{செய்யப்பட்ட வேலை}}{\text{பெறப்பட்ட வெப்பம்}} = \frac{W}{Q_H}$$

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியிலிருந்து

$$W = Q_H - Q_L$$

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

வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வின் நிபந்தனையை பயன்படுத்தும் போது

$$Q_H = \mu RT_H \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$Q_L = \mu RT_L \ln\left(\frac{V_3}{V_4}\right)$$

எனப் பெறலாம்.

இங்கு  $Q_L$  ல் எதிர்க்குறியால் நாம் குறிப்பிடவில்லை. ஏனெனில் வெப்ப ஏற்பிக்கு வெளியேற்றிய வெப்பத்தின் எண்ணளவிற்கு மட்டுமே முக்கியத்துவம் அளிக்கப்படுகிறது.

$$\therefore \frac{Q_L}{Q_H} = \frac{T_L \ln\left(\frac{V_3}{V_4}\right)}{T_H \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)}$$

வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வின் நிபந்தனையை பயன்படுத்தும் போது

$$T_H V_2^{\gamma-1} = T_L V_3^{\gamma-1}$$

$$T_H V_1^{\gamma-1} = T_L V_4^{\gamma-1}$$

இவ்விரண்டு சமன்பாடுகளையும் வகுக்கும் போது

$$\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma-1}$$

எனக் கிடைக்கும் இதிலிருந்து

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}$$

என அறியலாம்.

$$\frac{Q_L}{Q_H} = \frac{T_L}{T_H}$$

எனக் கிடைக்கும்

$$\text{பயனுறுதிறன் } \eta = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

குறிப்பு:  $T_L$  மற்றும்  $T_H$  இவ்விரண்டும் கெல்வின் அலகில் மட்டுமே குறிக்கப்படுகின்றன.

**முக்கிய முடிவுகள்:**

1.  $\eta$  எப்பொழுதும் 1 ஐ விடக் குறைவாக இருக்கும். ஏனெனில்  $T_L$  ஆனது  $T_H$  ஐ விடக் குறைவு, இதிலிருந்து நாம் அறிந்துக்கொள்வது என்னவென்றால் பயனுறுதிறன் எப்போதும் 100% இருக்காது.  $T_L = 0\text{K}$  (சூழி வெப்பநிலை) வெப்ப நிலையில் உள்ளபோது மட்டுமே பயனுறுதிறன் 1 அல்லது 100% ஆகும். இது நடைமுறையில் சாத்தியமற்றதாகும்.
2. கார்னோ இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறன், செயல்படு பொருளைச் சார்ந்ததல்ல. இது வெப்ப மூலம், வெப்ப ஏற்பி இவற்றின் வெப்பநிலைகளைச் சார்ந்ததாகும். இவ்விரண்டின் வெப்பநிலைகளின் வேறுபாடு பெருமமெனில், பயனுறுதிறனும் பெருமமாக இருக்கும்.
3.  $T_H = T_L$  என்ற  $\eta = 0$  நிலையில் எனவே எந்த ஒரு இயந்திரமும் வெப்ப மூலமும், வெப்ப ஏற்பியும் ஒரே வெப்பநிலையில் உள்ள போது இயங்காது.
4. கார்னோ சுற்றின் அனைத்து நிகழ்வுகளும் மீள் நிகழ்வுகளாகும். எனவே கார்னோ இயந்திரம் ஒரு மீள் வெப்ப இயந்திரமாகும் (Reversible heat engine). எனவே அதன் பயனுறுதிறனும் பெருமமாகும். ஆனால் நடைமுறையில் உள்ள டீசல் இயந்திரம், பெட்ரோல் இயந்திரம் மற்றும் நீராவி இயந்திரங்களும் சுற்று நிகழ்வில் இயங்குகின்றன. ஆனால் அவை முழுமையான மீள் வெப்ப இயந்திரங்கள் அல்ல. எனவே அவற்றின் பயனுறுதிறன், கார்னோவின் பயனுறுதிறனைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். இதனைக் கார்னோ தேற்றத்தைக் கொண்டு வரையறை செய்யலாம்.

”மாறா வெப்பநிலையிலுள்ள இரண்டு வெப்பமூலங்களுக்கிடையே, கார்னோ இயந்திரம் மட்டுமே பெரும பயனுறுதிறனைப் பெற்றிருக்கும். மற்ற அனைத்து இயல்பு இயந்திரங்களின் பயனுறுதிறனும், கார்னோ இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறனைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும்“.

**எடுத்துக்காட்டு:**

$250^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையிலுள்ள நீராவி இயந்திரத்தைப் பயன்படுத்தி தண்ணீர் நீராவியாக மாற்றப்படுகிறது. நீராவிவினால் வேலை செய்யப்பட்டு, சூழலுக்கு  $300$  மு வெப்பநிலையில் வெப்பம் வெளியேற்றப்படுகிறது. எனில், நீராவி இயந்திரத்தின் பெரும பயனுறு திறனைக் காண்க.

**தீர்வு:**

நீராவி இயந்திரம் கார்னோ இயந்திரம் அல்ல. ஏனெனில் நீராவி இயந்திரத்தில் செய்யப்படும் சுழற்சி நிகழ்வுகள் அனைத்தும் முழுமையான மீள் நிகழ்வுகள் அல்ல. இருப்பினும் இதனை ஒரு கார்னோ இயந்திரம் எனக்கருதி அதன் பெரும் பயனுறுதிறனைக் கணக்கிடலாம்.

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{300K}{523K} = 0.43$$

நீராவி இயந்திரத்தின் பெரும் பயனுறுதிறன் 43% ஆகும். கொடுக்கப்பட்ட வெப்பத்தில் 43% மட்டுமே பயன்தரும் வேலையாக மாற்றப்படுகிறது என்பதை இது காட்டுகிறது. மீதமுள்ள 57% வெப்பம் வெளியேற்றப்படுகிறது. ஆனால் நடைமுறையில் நீராவி இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறன் 43% விடக் குறைவாகும்.

**எடுத்துக்காட்டு:**

A மற்றும் B என்ற இரண்டு கார்னோ இயந்திரங்கள் வெவ்வேறு வெப்பநிலையில் செயல்படுகின்றன.

A கார்னோ இயந்திரத்தின் வெப்ப மூலம் மற்றும் வெப்ப ஏற்பியின் வெப்பநிலைகள் முறையே 150°C மற்றும் 100°C இதேபோன்று B இயந்திரத்திற்கு 350°C மற்றும் 300°C இவற்றுள் எந்த இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறன் குறைவானது?

தீர்வு:

A இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறன் =  $1 - \frac{373}{423} = 0.11$

A இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறன் 11% ஆகும்.

B இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறன் =  $1 - \frac{573}{623} = 0.08$

B இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறன் 8% மட்டுமே.

இரண்டு இயந்திரங்களிலும் உள்ள வெப்ப மூலம் மற்றும் வெப்ப ஏற்பியின் வெப்பநிலை வேறுபாடுகள் சமமாக இருந்தாலும் அவற்றின் பயனுறுதிறன்கள் சமமில்லை. ஏனெனில் பயனுறுதிறன் வெப்பநிலைகளின் விகிதத்தைச் சார்ந்தவை, வேறுபாட்டைச் சார்ந்ததல்ல. எந்த இயந்திரம் குறைந்த வெப்பநிலையில் இயங்குகிறதோ அதன் பயனுறுதிறன் பெருமமாக இருக்கும்.

காரில் பயன்படுத்தப்படும் டீசல் இயந்திரங்கள் மற்றும் மோட்டார் வாகனங்களில் பயன்படுத்தப்படும் பெட்ரோல் இயந்திரங்கள், ஆகியவை அனைத்தும் நடைமுறை வெப்ப இயந்திரங்கள். டீசல் இயந்திரத்தின் பயனுறுதிறன் அதிக பட்சமான 44% ஆகும். பெட்ரோல் இயந்திரத்தின் பெரும் பயனுறுதிறன் 30% ஆகும். எனெனில் இவை நல் இயல்பு இயந்திரங்கள் (கார்னோ இயந்திரங்கள்) அல்ல. இவற்றின் பயனுறுதிறன் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

தற்காலத்தில் மோட்டார் சைக்கிள் ஒன்று 1 L பெட்ரோலுக்கு 50 km தொலைவு பயணிக்கிறது. அதாவது 1L பெட்ரோலில் 30% மட்டுமே இயந்திர வேலையாக மாற்றமடைகிறது. மீதமுள்ள 70% பெட்ரோல் பயனற்ற வெப்பமாக சூழலுக்கு வெளியேற்றப்படுகிறது.

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

சமன்பாடு லிருந்து  $\frac{Q_H}{T_H} = \frac{Q_L}{T_L}$  என்று அறிந்தோம்.  $\frac{Q}{T}$  என்ற இந்த அளவு

என்ட்ரோபி என்று அழைக்கப்படுகிறது. வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் மிக முக்கியப்பண்புகளில் ஒன்று என்ட்ரோபி ஆகும். இது ஒரு நிலை மாறி ஆகும்.

$\frac{Q_H}{T_H}$  என்பது வெப்ப மூலத்திலிருந்து கார்னோ இயந்திரம் பெற்றுக்கொண்ட

என்ட்ரோபி, என்பது கார்னோ இயந்திரம் வெப்ப ஏற்பிக்கு வெளியேற்றிய என்ட்ரோபி ஆகும். ஒரு மீள் நிகழ்வு இயந்திரத்திற்கு (கார்னோ இயந்திரம்) இவ்விரண்டு என்ட்ரோபிகளும் சமமாகும். எனவே ஒரு முழு சுற்றுக்கு கார்னோ இயந்திரத்தின் என்ட்ரோபி மாற்றம் 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 வேறு வகையில் கூறலாம்.

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

நாம் மீண்டும் ஏற்கெனவே கேட்ட வினாவிற்கு வருவோம்.

ஏன் வெப்பம் எப்போதும் உயர் வெப்பநிலையிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலைக்குப் பாய்கிறது? ஏன் எதிர்த்திசையில் பாய்வதில்லை? ஏனெனில் வெப்பம் சூடான பொருளிலிருந்து, குளிர்ந்த பொருளுக்கு பாயும்போது என்ட்ரோபி உயரும். வெப்பம் குளிர்ந்தபொருளிலிருந்து 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 ஒழுங்கற்றத்தன்மை எப்போதும் உயர்ந்துகொண்டே செல்லும்.

வாயு அடைத்து வைக்கப்பட்டுள்ள கண்ணாடிக் குடுவை ஒன்றைக் கருதுக. குடுவையின் உள்ளே வாயு இருக்கும் வரை அதன் ஒழுங்கற்றத்தன்மை குறைவு. அவ்வாறு அறை முழுவதும் பரவிய பின்பு அதன் ஒழுங்கற்றத்தன்மை அதிகரிக்கும். வேறுவகையில் கூறுவோமாயின் வாயு கண்ணாடி 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. பேனா மை தண்ணீரில் பரவியவுடன் அதன் என்ட்ரோபி அதிகரிக்கும். பரவிய பேனா மை மூலக்கூறுகள் மீண்டும் ஒன்றிணைந்து மைத்துளியை உருவாக்காது. அனைத்து மீளா நிகழ்வுகளிலும் என்ட்ரோபி உயரும் வண்ணம் இயற்கை நிகழ்வுகள் நடைபெறுகின்றன.

### குளிர்சாதனப் பெட்டி (Refrigerator):

எதிர்திசையில் செயல்படும் ஒரு கார்னோ 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 செயல்படு பொருள் வெளியேற்றுகிறது. அதாவது  $T_H$  வெப்பநிலையிலுள்ள சூழலுக்கு வெளியேற்றுகிறது.

இதை குளிர்சாதனப்பெட்டிக்கு பக்கத்தில் நிற்கும்போது வெதுவெப்பான காற்றை உணரலாம். வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியிலிருந்து

$$Q_L + W = Q_H$$

முடிவாக குளிர்சாதனப்பெட்டி மேலும் குளிர்ச்சி அடைகிறது. சூழல் (சமையலறை) அல்லது (வளிமண்டலம்) வெப்பமடைகிறது.

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

குளிர்சாதனப் பெட்டியின் செயல்திறனை அளவிடுவது செயல்திறன் குணகமாகும் (COP). குளிர்பொருளிலிருந்து பெறப்பட்ட வெப்பத்திற்கு (வெப்ப ஏற்பி) அமுக்கியினால் செய்யப்பட்ட புற வேலைக்கும் ( $W$ ) உள்ள தகவு 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  $\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L}$

இச்சமன்பாட்டினை பிரதியிடும்போது பின்வரும் சமன்பாட்டினைப் பெறலாம்.

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

குளிர்சாதனப் பெட்டியின் செயல்திறன் குணகத்திலிருந்து பின்வருவனவற்றை நாம் அனுமானிக்கலாம்.



1. COP அதிகமாக இருந்தால் குளிர்சாதனப் பெட்டி சிறப்பாக இயங்கும். ஒரு நல்ல குளிர்சாதப்பெட்டியின் (COP) கிட்டத்தட்ட 5 முதல் 6 வரை இருக்கும்.
2. குளிர்சாதனப் பெட்டியின் குளிரூட்டும் பகுதியின் (Cooling camber) வெப்பநிலைக்கும், சூழலின் (அறையின்) வெப்பநிலைக்கும் உள்ள வேறுபாடு குறையாக இருந்தால், குளிர்சாதனப்பெட்டியின் COP அதிகமாக இருக்கும்.
3. குளிர்சாதனப்பெட்டியில் புறவேலை செய்யப்பட்டு, குளிர்ச்சியான பொருளிலிருந்து வெப்பம் எடுக்கப்பட்டு வெப்பமான பொருளுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. புறவேலை இல்லாமல் வெப்ப ஆற்றல் குளிர்ச்சியான பொருளிலிருந்து வெப்பமான பொருளுக்குப் பாயாது. இது வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதிக்கு எதிரானது அல்ல. ஏனெனில் வெப்பம் சுற்றுப்புறத்திலுள்ள காற்றுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. மேலும் மொத்த என்ட்ரோபி (குளிர்சாதனப்பெட்டி + சூழல்) எப்போதும் உயரும்.

குளிர்சாதனப்பெட்டி ஒன்றின் COP யானது 3 ஆகும். 200 J வெப்பத்தை குளிர்சாதனப்பெட்டியிலிருந்து வெளியேற்ற வேண்டுமெனில் எவ்வளவு வேலை செய்யப்பட வேண்டும்?

தீர்வு:

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

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

கோடைக்காலத்தில் நாம் மண்பானைத் தண்ணீரை குடிக்கப்பயன் படுத்துகிறோம். மண்பானையானது அதனுள்ளே ஊற்றப்பட்ட தண்ணீரின் வெப்பநிலையை குறைக்கிறது. மண்பானையை குளிர்சாதனப்பெட்டியாகக் (Refrigerator) கருதலாமா? கருதமுடியாது. ஏனென்றால் வெப்ப எந்திரத்திற்கோ அல்லது குளிர்சாதனப்பெட்டிக்கோ சுழற்சி நிகழ்வு (Cyclic process) மிக முக்கிய தேவை ஆகும். மண்பானையில் நடக்கும் குளிர்விக்கும் நிகழ்வானது ஒரு சுழற்சி நிகழ்வல்ல. மண்பானை சுவற்றில் உள்ள நுண்ணிய துளைகளிலிருந்து நீர் மூலக்கூறுகள் வெளியேறுவதால் உள்ளிருக்கும் நீரானது குளிர்விக்கப்படுகிறது. நீர் மூலக்கூறுகள் துளைவழியாக சுற்றுப்புறசூழலுக்கு வெளியேறியபின் திரும்பவும் மண்பானைக்குள் வருவதில்லை. மண்பானையில் வெப்பமானது குளிர்ந்த நீரிலிருந்து வெளிப்புற வளிமண்டலத்துக்கு கடத்தப்பட்டாலும். இது வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதிக்கு முரணாக இல்லை. ஏனெனில் மண்பானைக்குள் இருக்கும் (தண்ணீர் + வெளிப்புற வளிமண்டலம்) சேர்ந்த ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பாக கருதினால் இதன் என்ட்ரோபி எப்போதும் அதிகரிக்கிறது.

### பசுமை இல்ல விளைவு (Green house effect)

புவியில் மனிதன் உயிர் வாழ்வதற்கு புவியைச் சூழ்ந்துள்ள வளிமண்டலத்தின் பங்கு அளப்பறியது வளிமண்டலத்தின் மேற்பகுதியின் வெப்பநிலை  $-19^{\circ}C$  அதன் அடிப்பகுதியின் வெப்பநிலை  $+14^{\circ}C$ . வளிமண்டலத்தின் மேற்பரப்பிலிருந்து

அடிப்பரப்புக்கு வரும்போது வெப்பநிலை  $33^{\circ}\text{C}$  அளவுக்கு உயருகின்றது. இதற்குக் காரணம் வளிமண்டலத்திலுள்ள சில வாயுக்களாகும். இவ்வாயுக்களுக்கு பசுமை இல்ல வாயுக்கள் என்று பெயர், இவ்விளைவிற்கு பசுமை இல்ல விளைவு என்று பெயர்.

பசுமை இல்ல வாயுக்களில் முதன்மையானவை  $\text{CO}_2$ , நீர் மூலக்கூறு, Ne, He,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , Xe, Kr, ஓசோன் மற்றும்  $\text{NH}_3$  போன்றவையாகும்.  $\text{CO}_2$ , மற்றும் நீர்ம மூலக்கூறினைத் தவிர்த்து மற்ற மூலக்கூறுகள் சொற்ப அளவிலேயே வளிமண்டலத்தில் உள்ளன. சூரியனில் இருந்து வரும் நிறமாலையில் சூரியக்கதிர்வீச்சு கண்ணூரு பகுதியில் (Visible region) இருக்கிறது. இக்கதிர்வீச்சுகளை புவி உட்கவர்ந்து மீண்டும் அகச்சிவப்பு கதிர்களாக வெளியிடுகிறது.

$\text{CO}_2$  மற்றும் நீர்ம மூலக்கூறுகள் அகச்சிவப்புக் கதிர்களை நன்கு உட்கவரும். ஏனெனில் அவை நைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜனுடன் ஒப்பிடும் போது அதிக அதிர்வுறு சுதந்திர இயக்கக்கூறுகளைப் பெற்றுள்ளன அவை அகச்சிவப்புக் கதிர்களை உட்கவர்வதால் தான் வளிமண்டலம் வெது வெதுப்பாக உள்ளது.

1900 இல் இருந்து மனிதனின் செயல்பாடுகளால் வளிமண்டலத்திலுள்ள  $\text{CO}_2$  வின் அளவு 20% முதல் 40% வரை அதிகரித்துள்ளது.  $\text{CO}_2$  உருவாவதற்கான முதன்மையான மூலம் புதைபடிம எரிபொருள்களை எரிப்பதாகும். உலகம் முழுவதும் தானியங்கி இயந்திரங்களின் பயன்பாடு அதிகரித்திருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். வளிமண்டலத்தில் இந்த  $\text{CO}_2$  வின் அளவு அதிகரித்திருப்பதால், புவியின் சராசரி வெப்பம்  $1^{\circ}\text{C}$  உயர்ந்துள்ளது. இதற்கு உலகவெப்பமயமாதல் (Global warming) என்று பெயர். ஆர்ட்டிக் மற்றும் அண்டார்டிக் பகுதிகளில் உள்ள பனிப்பாறைகள் உருகுவதற்கு இந்த உலக வெப்பமயமாதலே காரணமாகும். மேலும்  $\text{CO}_2$  வின் அளவு கடலிலும் அதிகரித்துள்ளது. இது கடல்வாழ் உயிரினங்களுக்கு மிகவும் ஆபத்தானதாகும்.

$\text{CO}_2$  உடன் சேர்த்து மற்றொரு மிக முக்கியமான பசுமை இல்ல வாயு குளோரோ புளோரோ கார்பனாகும் (CFC) இது குளிர்சாதப்பெட்டிகளில் குளிர்விப்பானாக உலகம் முழுவதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மனிதன் உருவாக்கும் பசுமை இல்ல வாயுக்கள் 55 சதவீதம்  $\text{CO}_2$ , 24 சதவீதம் CFC வாயுக்கள், 6 சதவீதம் நைட்ரஜன் ஆக்ஸைடு மற்றும் 15 சதவீதம் மீத்தேன் ஆகும். ஊசுஊ வாயுக்கள் ஓசோன் படலத்தில் அதிக பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

$\text{CO}_2$ , மற்றும் CFC வாயுக்களின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கான முயற்சிகளில் உலகிலுள்ள பல்வேறு நாடுகள் ஈடுபட்டுள்ளன. புதைபடிம எரிபொருள்களுக்கு மாற்றாக புதைபடிமற்ற எரிபொருள்களை தானியங்கி எந்திரங்களில் பயன்படுத்துவதற்கான ஆராய்ச்சிகள் தொடர்ந்து நடைபெற்று வருகின்றன. வளர்ச்சியடைந்த நாடுகளான ருளாயு மற்றும் ஐரோப்பிய யூனியன் நாடுகள் பெருமளவு  $\text{CO}_2$  ஐ வெளியிடுகின்றன.

2020 க்குள்  $\text{CO}_2$ , உமிழ்வை பெருமளவு குறைப்பதற்காக உலக

நாடுகளுக்கிடையே பல்வேறு ஒப்பந்தங்கள் போடப்பட்டுள்ளன. இருப்பினும் உலக வெப்பமயமாதல் ஒரு தீங்கு விளைவிக்கும் நிகழ்வு என பெரும்பாலான நாடுகள் உணரவில்லை.

- சூடான பொருளிலிருந்து, குளிர்ச்சியான பொருளுக்கு பாயும் இருவகை பரிமாற்ற ஆற்றலை வெப்பமாகும். இருப்பினும் வெப்பம் சேமித்து வைக்கப்படும் ஓர் ஆற்றல் அளவல்ல.
- ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு ஆற்றலை மாற்றக்கூடிய செல்லே வேலை எனப்படும்.
- பொருளின் வெப்ப அளவை (Hotness) அளவிடுவது வெப்பநிலையாகும். வெப்பநிலையானது வெப்பம் பாயும் திசையைத் தீர்மானிக்கிறது.
- நல்லியல்பு வாயு விதி  $PV = NkT$  அல்லது  $PV = \mu RT$  ஆகும். வெப்ப இயக்கச் சமநிலைக்கு மட்டுமே நல்லியல்பு வாயு விதி பொருந்தும். வெப்ப இயக்கச் சமநிலையற்ற நிகழ்வுகளுக்கு இவ்விதி பொருந்தாது.
- நல்லியல்பு வாயு விதி  $PV = NkT$  அல்லது  $PV = \mu RT$  ஆகும். வெப்ப இயக்கச் சமநிலைக்கு மட்டுமே நல்லியல்பு வாயு விதி பொருந்தும். வெப்ப இயக்கச் சமநிலையில் நிகழ்வுகளுக்கு இவ்விதி பொருந்தாது.
- பொருளொன்றின் வெப்பநிலையை  $1^\circ C$  அல்லது  $1K$  உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவே வெப்ப ஏற்புத்திறன் எனப்படும். இது  $S$  குறிப்பிடப்படுகிறது.
- $1$  மோல் அளவுள்ள பொருளின் வெப்பநிலையை  $1^\circ C$  அல்லது  $1K$  உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவே மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ஆகும். அது  $C$  எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.
- வெப்பநிலை மாறுபாட்டினால் பொருளின் வடிவம், பரப்பு மற்றும் பருமன் போன்றவற்றால் ஏற்படும் மாற்றம் வெப்ப விரிவு எனப்படும்.
- தண்ணீர் முரண்பட்ட விரிவுப்பண்பைப் பெற்றுள்ளது.
- பொருளின் நிலைமாற்றத்திற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலின் அளவு அப்பொருளின் மறைவெப்ப ஏற்புத்திறன் எனப்படும்.
- வெப்ப இயக்க அமைப்பு ஒன்றினை வெப்பப்படுத்தும் போது, அவ்வமைப்பு ஏற்றுக்கொண்ட அல்லது அவ்வமைப்பிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவை அளவிடும் முறைக்கு, வெப்ப அளவீட்டில் என்று பெயர்.
- வெப்பமாற்றமானது வெப்பக்கடத்தல், வெப்பச்சலனம் மற்றும் வெப்பக்கதிர்வீச்சு ஆகிய மூன்று முறைகளில் நடைபெறுகிறது.
- ஸ்டெஃபான் - போல்ட்மென் விதி:  $E = \sigma T^4$  மற்றும் வியன் விதி  $\lambda_{\max} T = b$
- வெப்ப இயக்கச் சமநிலைகள்: வெப்பச்சமநிலை, இந்திரவியல் சமநிலை மற்றும் வேதிச்சமநிலை.

- வெப்ப இயக்க மாறிகள்: அழுத்தம், வெப்பநிலை, பருமன், அக ஆற்றல் மற்றும் என்ட்ரோபி.
- வெப்ப இயக்கவியலின் சுழிவிதி: இரண்டு வெவ்வேறு பொருள்கள் தனித்தனியே மூன்றாவது பொருளுடன் வெப்பச் சமநிலையில் இருந்தால், அவ்விரண்டு பொருள்களும் தனக்குள்ளேயே வெப்பச்சமநிலையில் உள்ளது எனக் கருதலாம். இவ்விரண்டு அமைப்புகளின் வெப்பநிலை சமமாகும்.
- வெப்ப இயக்க அமைப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றல் மற்றும் நிலையாற்றில் இவற்றின் கூடுதலே அக ஆற்றலாகும்.
- ஜூல் இயந்திர ஆற்றலை, வெப்ப இயக்க அமைப்பின் அக ஆற்றலாக மாற்றிக்காட்டினார்.
- ஆற்றல் மாறாக் கூற்றின் ஒரு வடிவமே வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியாகும். இவ்விதி வெப்ப இயக்க அமைப்பின் வெப்பத்தை உள்ளடக்கியுள்ளது.
- மீமெது நிகழ்வு என்பது வரையறுக்க இயலாத அளவு மெதுவாக நடைபெறும் ஓர் நிகழ்வாகும். இந்நிகழ்வில் அமைப்பு எப்போதும் சூழலுடன் சமநிலையில் இருக்கும்.
- அமைப்பின் பருமன் மாறும்போது அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலை  $W = \int PdV$
- PV வரைபடத்தில் வளை கோட்டிற்குக் கீழே உள்ள பரப்பு, அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலை அல்லது அமைப்பின் மீது செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமமாகும்.
- ஆற்றல் மாறாக் கூற்றின் ஒரு வடிவமே
- வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வு  $T =$  மாறிலி
- அழுத்தம் மாறா நிகழ்வு  $P =$  மாறிலி
- பருமன் மாறா நிகழ்வு:  $V =$  மாறிலி
- வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வு  $Q = 0$
- அழுத்தம் மாறா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை பெருமம் மற்றும் வெப்பப்பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட வேலை சிறுமமாகும்.
- சுழற்சி நிகழ்வு ஒன்றின் அக ஆற்றல் மாறுபாடு சுழியாகும்
- சுழற்சி நிகழ்வில் செய்யப்பட்ட தொகுபயன் வேலை, PV வரைபடத்தினுள் மூடப்பட்ட வளைகோட்டின் பரப்புக்குச் சமமாகும்.
- மீள் நிகழ்வு ஓர் இலட்சிய செயல்முறையாகும். நடைமுறையில் சாத்தியமில்லை.
- இயற்கை நிகழ்வுகள் அனைத்தும் மீளா நிகழ்வுகளாகும்.
- ஒரு வெப்ப இயந்திரம் வெப்ப மூலத்திலிருந்து வெப்பத்தைப்பெற்று வேலை செய்து, குறைந்த அளவு வெப்ப ஆற்றலை வெப்ப ஏற்பிக்குக் கொடுக்கிறது.
- கார்னோ இயந்திரம் ஓர் மீள் நிகழ்வு இயந்திரமாகும் இதன் பயனுறு திறன் மிக அதிகம். வேறு எந்த நடைமுறை இயந்திரங்களுக்கும் கார்னோ இயந்திரத்தைப் போன்ற பயனுறுதிறன் இல்லை.
- குளிர்பதனப்பெட்டி என்பது எதிர்த்திசையில் செயல்படும் ஓர் கார்னோ இயந்திரமாகும் நடைமுறையில் பயன்படுத்தப்படும் குளிர்பதனப்பெட்டியின் செயல்திறன் குணகம் (COP), இலட்சியக் குளிர்பதனப்பெட்டியின் செயல்திறன் குணகத்தைவிடக் குறைவாகும்.