

க.பொ.த (உயர்தரம்)

பௌதிகவியல்

தரம் - 12

வளநூல்

அலகு - 04

வெப்பப் பௌதிகவியல்

ஏளைய அலகுகளுக்கூரிய வளநூல்களை தரவிறக்கம் செய்ய **இங்கு** அழுத்தவும்



இன்னும் பல பயனுள்ள தகவல்களைப் Telegram இல் பெற்றுக் கொள்ள எமது Channel இல் இணைந்திடுங்கள்



/ ScienceEagle

[CLICK HERE TO JOIN](#)

எமது Updates களை உடனுக்குடன் உங்கள் வாட்ஸ்அப் இல் (Broadcast Service) ஊடாக பெற்றுக்கொள்ள இன்றே செயற்படுததுங்கள்



072-5161322

[CLICK HERE](#)

www.ScienceEagle.com

இலங்கையின் உயர்தர கணித விஞ்ஞான பிரிவிற்கான தனித்துவமான இணையதளம்

அத்தியாயம் - 1

வெப்பப்பௌதிகவியல்

வெப்பநிலை

பல அவதானங்களை மேற்கொள்வதற்கு நாம் எமது உணர் உறுப்புகளைப் பயன்படுத்துகிறோம். எமது கண்களினால் நாம் பார்க்கிறோம். எமது காதுகளினால் நாம் கேட்கிறோம். அதே போல் எமது தோலினால் சூட்டையும், குளிரையும் உணர்கிறோம். வெப்பநிலை உயர்வாக இருக்கையில் சூட்டையும், வெப்பநிலை குறைவாயிருக்கையில் குளிரையும் நாம் உணர்கிறோம். இத்தகைய உணரக்கூடிய கணியங்களில் பெரும்பாலானவை பௌதிகக் கணியங்களாகும். வெப்பநிலையும் அத்தகைய ஒரு கணியமாகும்.

இவ்வலகில் வெப்பநிலை, வெப்பச்சக்தி சம்பந்தமான தோற்றப்பாடுகளை நாம் கலந்துரையாடுவோம். “வெப்பநிலை” சம்பந்தமான கருத்தை விருத்தி செய்வதிலிருந்து தொடங்குவோம்.

வெப்பநிலையும் வெப்பப்பாய்ச்சலும்

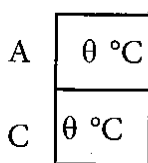
அறை வெப்பநிலையிலுள்ள இரசவெப்பமானியின் குழிழை உங்கள் விரல்களினால் தொடும் பொழுது இரசநிரல் உயர்வதை நீங்கள் பார்ப்பீர்கள். உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள உமது விரல்கள் லிருந்து தாழ்வெப்பநிலையிலுள்ள குமிழுக்கு வெப்பம் பாய்வதனால் இது ஏற்படுகிறது. இங்கு இரசம் விரிவடைவதன் விளைவாக இரசநிரலில் உயர்ச்சி ஏற்படுகிறது. உயர்ந்த வெப்பநிலையுள்ள இடத்திலிருந்து, தாழ்ந்த வெப்பநிலையுள்ள இடத்திற்கு வெப்பமானது பாய்கின்றது என்பது தெளிவாகின்றது. ஆகவே பொருள் வைத்திருக்கும் வெப்பத்தின் பருமனைபற்றிக் கதைப்பதில் அர்த்தமில்லை.

வெப்பச் சமநிலை

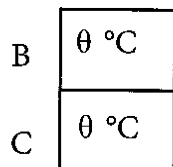
ஒரே வெப்பநிலையிலிருக்கும் A, B என்ற இரண்டு பொருட்கள் வெப்பத் தொடுகையில் வெப்பப்பாய்ச்சலைக் கருதுக. வெப்பப்பாய்ச்சல் எதுவும் இல்லை என நாம் கூற எத்தனிப்போம் வெப்ப இயக்கவியலில் A, B என்பவற்றுக்கிடையே தேறிய வெப்பப்பாய்ச்சல் இல்லை எனக் கூறப்படுகிறது. A யிலிருந்து B க்கும் B யிலிருந்து A க்கும் ஓரலகு நேரத்தில் பாயும் வெப்பத்தின் பருமன் சமமெனக் கருதியதால் தேறிய வெப்ப இடமாற்றம் இல்லை. இது ஒரு இயக்கவியல் சமநிலை நிலையாகும். இது வெப்பச்சமநிலை எனப்படும்.

வெப்பவியக்கவியலின் பூச்சியவிதி

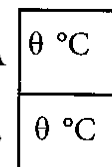
A, B என்னும் இரண்டு பொருட்கள், மூன்றாவது பொருள் C யுடன் தனித்தனியே வெப்பச் சமநிலையிலிருப்பின், பொருட்கள் A யும் B யும் வெப்பச் சமநிலையிலிருக்கும் என வெப்பவியக்கவியலின் பூச்சியவிதி கூறுகிறது.



A, C என்பன வெப்பச் சமநிலையில் உள்ளன



B, C என்பன வெப்பச் சமநிலையில் உள்ளன

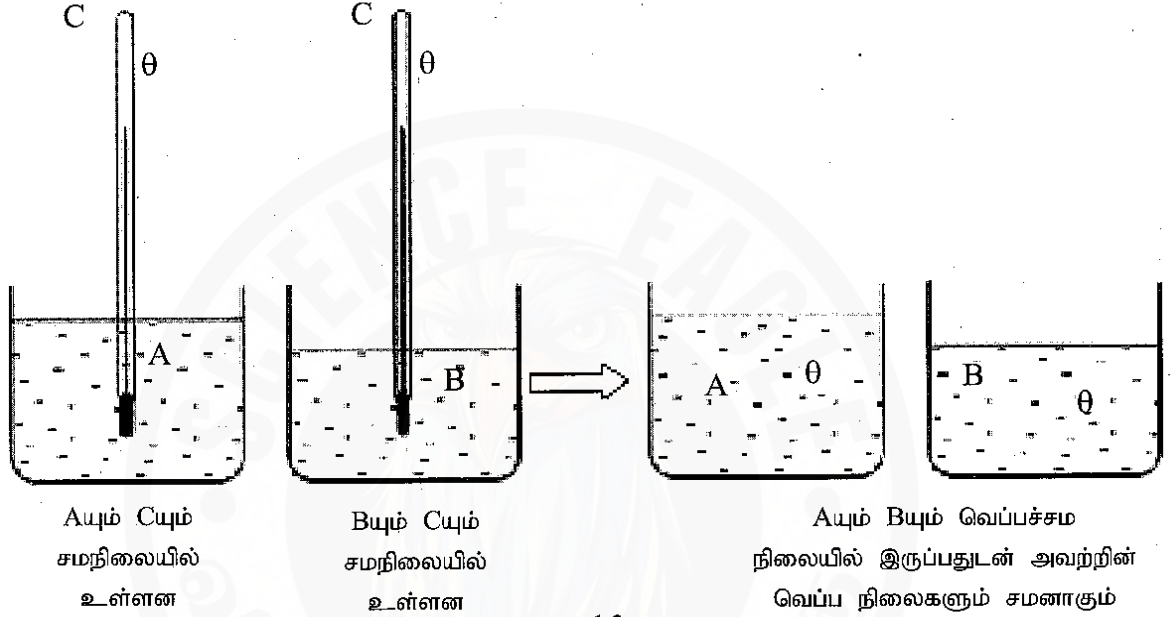


A, B என்பன வெப்பச் சமநிலையில் உள்ளன

உரு 1.1

வெப்பமானி ஒன்றைக் கொண்டு அளவீடு எடுக்கும் போது பொருளுடன் தொடுகையில் ருக்கும் வெப்பமானியின் உணர்வுள்ள பகுதி ($உ + ம :-$ இரசகுமிழ்) வெப்பசமநிலை அடையும் வரை நாம் காத்திருக்க வேண்டும்.

வெப்பமானி ஒன்றை உபயோகிப்பதைப் பூச்சியவிதியின் பிரயோகத்திற்கு ஒரு உதாரணம் என்பதைப் பின்வருமாறு காட்டலாம். திரவக் கண்ணாடி வெப்பமானி ஒன்றின் குமிழானது பாயி ஒன்றினுள் (திரவம் அல்லது வாயு) அமிழ்த்தப்படுவதாகக் கருதுக. வெப்பச் சமநிலையை அடைந்தபின் வெப்பமானி வாசிப்பை தரும் என்க. வெப்பமானியானது வேறொரு பாயினுள் அமிழ்த்தப்படும் போது சமநிலையில் அதே வாசிப்பைத்தரின் இரண்டு பாயிகளும் ஒரே வெப்பநிலையில் இருக்கும் என நாம் கூறலாம். (இங்கு முதலாம் பாயியைப் பொருள் A எனவும் இரண்டாம் பாயியானது பொருள் B எனவும் எடுக்கப்பட்டுள்ளன. பொருள் C ஆன வெப்பமானி, அளவீடு θ ஐ காட்டுகிறது.)



பூச்சிய விதி என பெயரிடப்பட்ட சரித்திர சம்பந்தமான ஆர்வமுட்டக்கூடிய விடயம் என்னவெனில் வெப்ப இயக்கவியலின் முதலாம் விதியும் இரண்டாம் விதியும் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட பின்னரே இவ் விதி அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. பூச்சிய விதியில் கூறப்பட்ட விடயம் வெளிப்படையாக உண்மையாக தெரிந்தாலும் பௌதிகவியலாளர்கள் உணர்ந்தார்கள் இது விதியாக கூறப்படாவிட்டாலும் பின்னர் இது சிக்கல்களை உருவாக்கலாம் என நினைத்து இதை விதியாக கூறினார்கள். ஏற்கனவே முதலாம் விதியும் இரண்டாம் விதியும் கூறப்பட்டிருந்தால் இதை முதன்மையாக பெயரிடப்படவேண்டும் என்பதால் பூச்சியவிதி என பெயரிட்டார்கள்.

வெப்பமான இயல்புகள்

வெப்பநிலையை அளப்பதற்கு, வெப்பநிலையுடன் மாறக்கூடிய பௌதிக இயல்பு ஒன்று கட்டாயம் இருத்தல் வேண்டும். அளவிடக்கூடிய இயல்பானது வெப்பநிலையுடன் தெரிந்த ஒரு முறையில் மாறுபடின் அவற்றை வெப்பநிலையை அளக்க உபயோகிக்கலாம். இவ்வியல்புகள் வெப்பமான இயல்புகள் எனப்படும்.

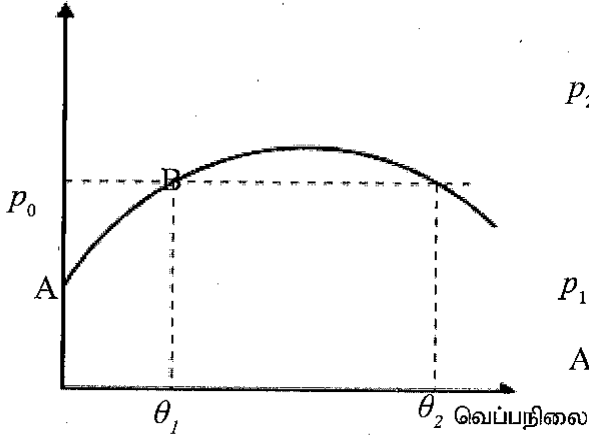
$உ + ம :-$ (i) குறித்த திணிவுள்ள இரசத்தின் கனவளவு.

(ii) வெப்ப இணையில் பிறப்பிக்கப்படும் மின் இயக்கவிசை (மி. இ. வி).

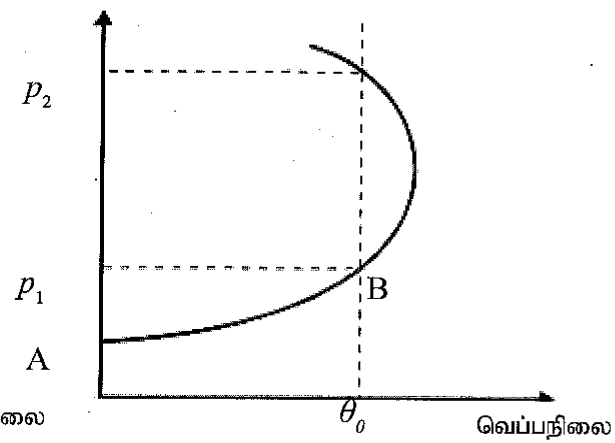
வெப்பமான இயல்புகளின் முக்கியமான சிறப்பம்சங்கள்

1. வெப்பநிலையின் தனிப்பெறுமானத்தையுடைய சார்பாக இருத்தல்.

இயல்பு



இயல்பு



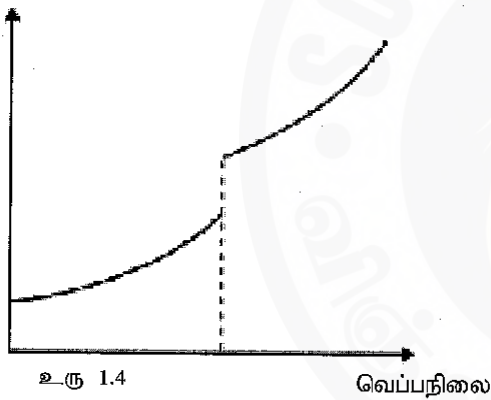
உரு 1.3

மேலுள்ள வரைபுகளின்படி,

வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளுக்கு (θ_1, θ_2), ஒரே பெறுமானத்தை (P_0) கொடுக்கக்கூடாது, அத்துடன் ஒரே வெப்பநிலை (θ_0)க்கு வெவ்வேறு பெறுமானங்களை (P_1, P_2) கொடுக்கக் கூடாது. இவ்வியல்பானது வெப்பநிலையுடன் தனிப் பெறுமானச் சார்பு நடத்தையைக் காட்டும் இருந்த போதிலும், ஒரு வீச்சத்தினுள் (உரு 1.3 இல் A யிலிருந்து B வரையுள்ள பிரதேசம் வெப்பமான இயல்பொன்றாகப் பயன்படுத்தப்படலாம்.)

2. வெப்பநிலையின் தொடர்ச்சிச் சார்பாக இருத்தல்

இயல்பு



உரு 1.4

இது கட்டாயமாகத் தொடர்ச்சியாக இருத்தல் வேண்டும் அத்துடன் அருகிலுள்ள வரைபில் காட்டியவாறு

θ_0 இல் தொடர்ச்சியற்றதாக இருக்கக் கூடாது. வரைபில் θ_0 இல் வெப்பமான இயல்பு நிச்சயமற்றதாகும்.

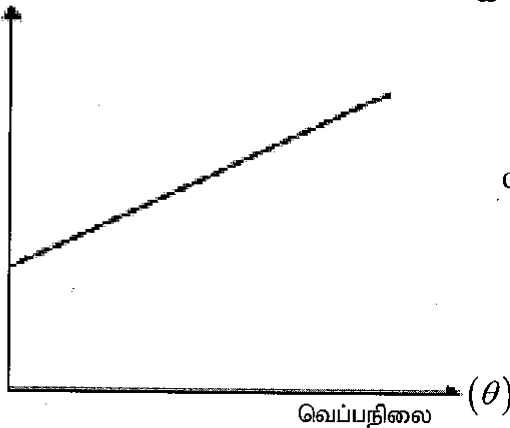
பொருளில் யாதாயினும் நிலை மாற்றம் ஏற்படுமாயின் இவ்வாறான தொடர்ச்சியற்ற நிலை ஏற்படும்.

3. இயலக்கூடிய அளவில் வெப்பநிலையுடன்

ஏகபரிமாணசார்புடையதாக அமைவது.

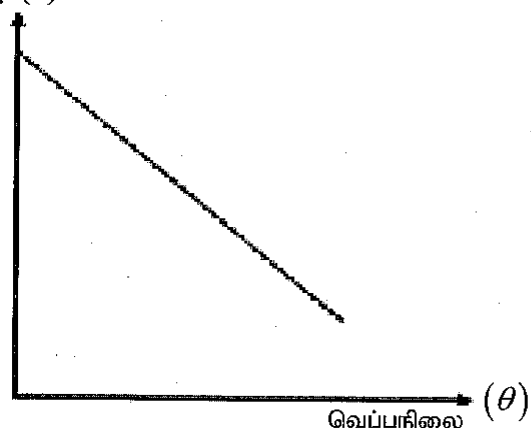
ஓர் இலட்சிய வெப்பமான இயல்பு, வெப்பநிலையுடன் வரைபில் காட்டியவாறு ஏகபரிமாணத் தொடர்பு உடையது என்பதைக் காட்டல் வேண்டும்.

இயல்பு (x)



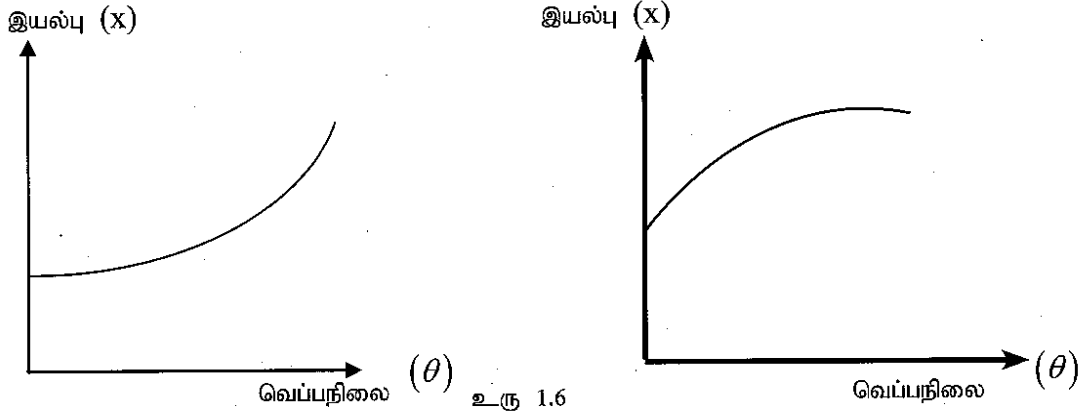
உரு 1.5

இயல்பு (x)



OR

நடைமுறையில் இவ்வாறு செய்ப்பமாக நடந்து கொள்ளக் கூடிய வெப்பமான இயல்பைக் காண்பது பெரும்பாலும் அரிதாதலால் ஓரளவு கிட்டியளவுக்கு இதே நடத்தையை வெளிப்படுத்த கூடிய வெப்பமான இயல்பு தெரியப்படும். இது கீழுள்ள வரைபில் தரப்பட்டுள்ளது.

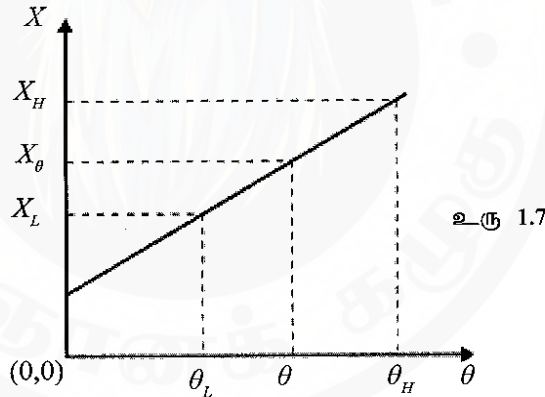


வெப்பமானிகளில் பயன்படுத்தப்படும் சில வெப்பமான இயல்புகள்.

1. குறித்த திணிவுள்ள இரசத்தின் கனவளவு.
2. மாறாக்கனவளவில் நிலைத்த திணிவுடைய வாயுவின் அழுக்கம்.
3. மாறா அழுக்கத்தில் நிலைத்த திணிவுள்ள வாயுவின் கனவளவு.
4. வெப்ப இணையில் பிறப்பிக்கப்படும் மின் இயக்கவிசை
5. சிறிய பிளாற்றினக்கம்பியின் மின்தடை.

வெப்பநிலையை அளத்தல்

வரைபில் காட்டியவாறு வெப்பநிலையுடன் ஏகபரிமாணமாக மாறக் கூடிய வெப்பமான இயல்பைக் (X) கருதுக.



தெரிந்த இரண்டு நிலைத்தபுள்ளிகளான கீழ் நிலைத்த புள்ளியிலும் (θ_L), மேல் நிலைத்த புள்ளியிலும் (θ_H), X இன் ஒத்த பெறுமானங்கள் முறையே X_L, X_H என்பன என்க. அறியப்படாத வெப்பநிலை θ இல் X இன் பெறுமானம் X_θ வும் என்க. வரைபின் படித்திறனைக் கருதின்.

$$\frac{X_{\theta} - X_L}{\theta - \theta_L} = \frac{X_H - X_L}{\theta_H - \theta_L} \quad \theta - \theta_L = \left(\frac{X_{\theta} - X_L}{X_H - X_L} \right) (\theta_H - \theta_L)$$

$$\therefore \theta = \left(\frac{X_{\theta} - X_L}{X_H - X_L} \right) (\theta_H - \theta_L) + \theta_L$$

θ_L, θ_Hக்கு வரையறுத்த குறித்த பெறுமானங்களுண்டு X_L, X_H, X_θ என்பன தெரிந்தால் θ ஐ கணிக்கலாம்.

குறிப்பு :- வெப்பமான இயல்பு X ஆனது வெப்பநிலையுடன் ஏகபரிமாணமாக மாறக்கூடியதாக இருத்தல் மாத்திரம் மேலுள்ள தொடர்பு செல்லுபடியாகும் என்பதை முக்கிய கவனத்திற்கொள்ளவும்.

செல்சியஸ் வெப்பநிலை அளவுத்திட்டம்

இந்த வெப்பநிலை அளவுத்திட்டத்தில் θ_L உம் θ_H உம் நிலைத்த வெப்பநிலைகள் எனின் பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படுகிறது.

θ_L - நியம வளிமண்டல அழுக்கத்தில் தூய உருகும்பனிக் கட்டியின் வெப்பநிலையாகும். இவ்வளவுத்திட்டத்தில் இத்தனிப்பெறுமானமுடைய வெப்ப நிலைக்குக் கொடுத்த பெறுமானம் 0°C ஆகும். இது கீழ்நிலைத்த புள்ளி எனப்படும்.

θ_H - நியமவளிமண்டல அழுக்கத்தில் தூய நீரின் கொதிநிலை ஆகும். இந்த அளவுத் திட்டத்தில் இத்தனிப்பெறுமானமுடைய வெப்பநிலைக்குக் கொடுக்கப்பட்ட பெறுமானம் 100°C ஆகும். இது மேல் நிலைத்த புள்ளி எனப்படும்.

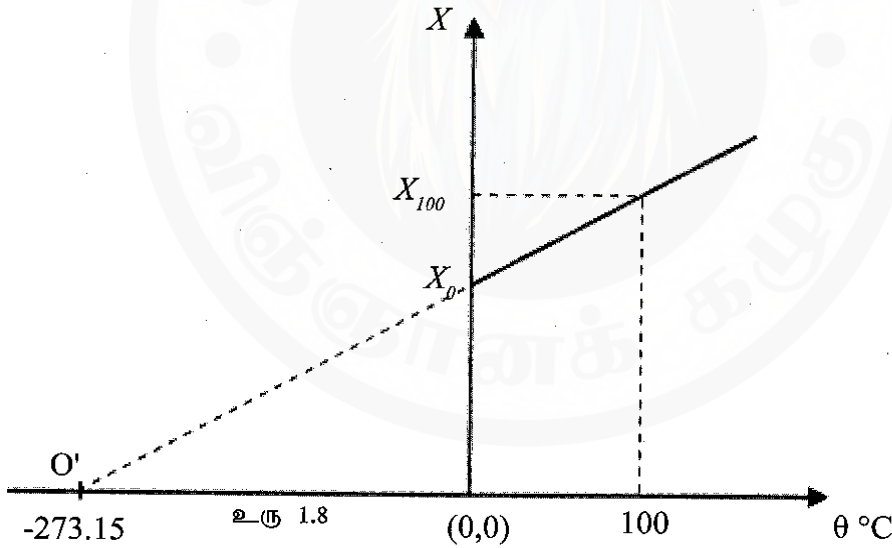
θ_L, θ_H என்பவற்றின் பெறுமானங்களை மேலுள்ள சமன்பாட்டிற் பிரதியிடின்,

$$\theta^\circ\text{C} = \left(\frac{X_\theta - X_L}{X_H - X_L} \right) \times 100$$

தனி வெப்பவியக்கவியல் வெப்பநிலை அளவுத்திட்டம்

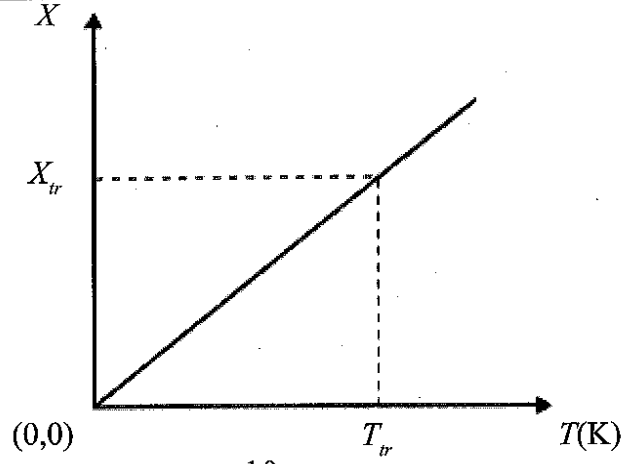
கீழுள்ள வரைபுக்கு ஏற்ப மாறுபடக்கூடிய இலட்சிய வெப்பமான இயல்பு (X)ஐ கருதுக.

$\theta + m$:- மாறாக்கனவளவில் குறித்ததிணிவுடைய இலட்சிய வாயு ஒன்றின் அழுக்கம் மாறுபடல்.



பின்னோக்கி நீட்டப்பட்டால், வரைபானது வெப்பநிலை அச்சை வெட்டும்புள்ளி O' ஐக் காணலாம். புள்ளி O' இல் வெப்பநிலையின் பெறுமானம் -273.15°C (செல்சியஸின்).

புள்ளி O' ஐ உற்பத்தியாக, பூச்சியப் பெறுமானத்தைக் கொடுத்து, புதிய வெப்பநிலை அளவுத்திட்டம், அதாவது தனி வெப்பவியக்கவியல் அளவுத்திட்டம் ஒன்றுவரையறுக்கப்பட்டது. இங்கு உற்பத்திக்குரிய வெப்பநிலை தனிப்பூச்சியம் எனப்படும். தனிவெப்ப இயக்கவியல் வெப்பநிலையில் அளவிடும் அலகு கெல்வின் (K) என எடுக்கப்பட்டது. வழக்கமாகத் தனி வெப்பநிலை T என்ற குறியீட்டினால் குறிக்கப்படும். இவ் இலட்சிய வெப்பவியக்கவியல் இயல்பை அடிப்படையாகக் கொண்ட கொள்கை அளவில் அளவுத்திட்டம் ஆகும். ஆகவே இது குறித்த பதார்த்தத்தின் இயல்புகளில் தங்கியிராது. ஆனால் இலட்சிய வாயுவொன்றின் மாறாக் கனவளவில் அழுக்க மாறலைக் கொண்ட அளவுத்திட்டமானது தனித்துவமானது.



உரு 1.9

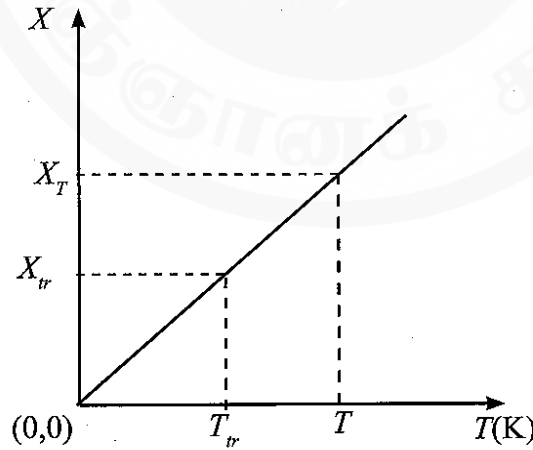
இங்கு, இவ்வரைபானது உற்பத்தியினூடு செல்வதால், கோட்டை வரைய நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட ஒருபுள்ளி போதுமானதாகும்.

ஆகவே இந்த அளவுதிட்டத்தில் ஒரு நிலைத்த புள்ளி போதுமானதாகும். இப்புள்ளி நீரின் மும்மைப்புள்ளி (T_r) எனப்படும்.

நீரின் மும்மைப்புள்ளி

தூயநீர், நீராவி, தூயபனிக்கட்டி மூன்றும் வெப்பச்சமனிலையில் இருக்கும் வெப்பநிலை, நீரின் மும்மைப்புள்ளி என வரையறுக்கப்படுகிறது. நீரின் மும்மைப்புள்ளி 273.16 K (கெல்வின்), 0.01°C (செல்சியஸ்)

இப்போது வெப்பநிலை T_r , யாதாயினும் தெரியாத வெப்பநிலை T என்பவற்றில் முறையே X_r , X_T வெப்பமான இயல்பின் பெறுமானங்களாகக் கொண்ட பின்வரும் வரைபைக் கருதுக. (T_r என்பது நீரின் மும்மைப்புள்ளி)



உரு 1.10

$$\frac{X_r}{T_r} = \frac{X_T}{T}$$

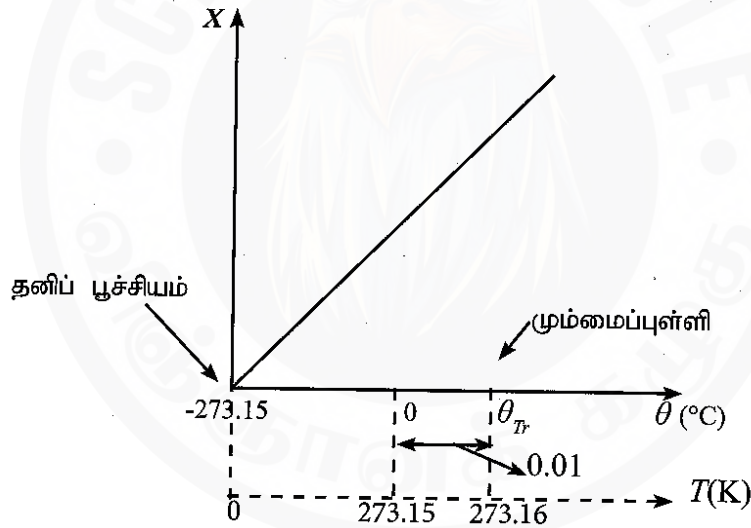
$$\therefore T = \left(\frac{X_T}{X_r} \right) \times T_r$$

$$= 273.16 \text{ K}$$

$$T = \left(\frac{X_T}{X_r} \right) \times 273.16$$

T க்கும் θ க்குமுள்ள தொடர்பு

T, θ என்பவற்றுக்கிடையிலுள்ள தொடர்புடைமையை தெளிவுபடுத்துவதற்காகப் பின்வரும் வரிப்படத்தைக் கவனிக்குக.



தனிப்பூச்சியத்திற்கும் மும்மைப்புள்ளிக்கும் இடையிலுள்ள $^{\circ}\text{C}$ பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை 273.16 (தனிப் பூச்சியத்திற்கும் மும்மைப்புள்ளிக்கும் இடையிலுள்ள K பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை 273.16.)

\therefore ஒருபிரிவு கெல்வின் = ஒரு பிரிவு செல்சியஸ் என்பது தெளிவாகின்றது.

ஆகவே வெப்பநிலை வித்தியாசத்தை ($\Delta \theta$ அல்லது ΔT) கருதினால் கெல்வின் பெறுமானமும், $^{\circ}\text{C}$ பெறுமானமும் சமமாகும் என்பது நாம் இங்கு முக்கியமாக கருத்திற்கொள்ள வேண்டியதாகும்.

மேலும் இங்கு கவனிக்கப்பட வேண்டிய மற்றொரு விடயமானது குறிப்பிட்ட தனியொரு வெப்பநிலையைக் கருதினால் கெல்வின் பெறுமானமும், $^{\circ}\text{C}$ பெறுமானமும் வேறுபட்டவையென்பதாகும்.

படத்தில் இருந்து நாம் அவதானிக்கக் கூடியது.

$$0^{\circ}\text{C} = (273.16 - 0.01)\text{K}$$

$$0^{\circ}\text{C} = 273.15\text{K}$$

செல்சியஸின் (θ) ஏதாவது வெப்பநிலையின் பெறுமானத்திற்கு, கெல்வினின் பெறுமானம் T ஆயின் $T = \theta + 273.15$ என்பது தெளிவாகும்.

தனிவெப்பவியக்கவியல் அளவுத்திட்டமானது ஓர் கொள்கையளவில் பெறப்பட்டது என்பது முக்கியமாகக் கவனிக்கப்பட வேண்டியதாகும். இங்கு தனிப்பூச்சியமானது (OK) ஒரு போதும் அடைந்திடப்படாத வெப்பநிலையாகும்.

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணங்கள்

1. 0°C யிலும் 100°C யிலும் வெப்பமான இயல்பு ஒன்றின் பெறுமானங்கள் முறையே 5.0(தொடர்புடைய அலகில்) 20.0(தொடர்புடைய அலகில்) ஆகும். மேலே குறிப்பிட்ட வெப்பமான இயல்பைப் பயன்படுத்தித் திரவம் ஒன்றின் வெப்பநிலையை வெப்பமானி ஒன்றினால் அளந்த போது அதன் பெறுமானம் 11.0 ஆகும். திரவத்தின் வெப்பநிலையைக் காண்க. விடையை $^{\circ}\text{C}$ யிலும் K இலும் கொடுக்க.

$$\theta = \left(\frac{X_{\theta} - X_L}{X_H - X_L} \right) \times 100$$

$$\theta = \left(\frac{11.0 - 5.0}{20.0 - 5.0} \right) \times 100$$

$$= \frac{6.0}{15.0} \times 100$$

$$= 40^{\circ}\text{C}$$

\therefore வெப்பநிலை = 40°C

$$T = \theta + 273.15 \text{ ஐ பயன்படுத்தி}$$

$$T = 40 + 273.15$$

$$T = 313.15$$

\therefore வெப்பநிலை = 313.15 K

2. வெப்பமானி ஒன்றில் பயன்படுத்தப்படும் வெப்பமான இயல்பானது மும்மைப்புள்ளியில் அதன் பெறுமான 68.29 (தொடர்புடைய அலகில்) இவ்வெப்பமானி 300 K அளவீடு காட்டும்பொழுது இவ்வெப்பநிலையில் வெப்பமான இயல்பின் பெறுமானம் யாது?

$$T = \frac{X_T}{X_H} \times 273.16$$

$$300 = \frac{X_T}{68.29} \times 273.16 \quad \therefore X_T = \frac{300 \times 68.29}{273.16}$$

$$= 75$$

\therefore இயல்பின் பெறுமானம் = 75 (தொடர்புடைய அலகில்)

3. கீழுள்ள அட்டவணையின் இடைவெளியை நிரப்பி அதனைப் பூர்த்திசெய்க.

சந்தர்ப்பம்	வெப்பநிலை °C	வெப்பநிலை K
நீரின் உருகுநிலை	0
அறை வெப்பநிலை	303.15
மனிதஉடலின் வெப்பநிலை	37
நீரின் கொதிநிலை	373.15

வெப்பமானிகள்

வெவ்வேறு வகையான வெப்பமானிகள் உண்டு. செம்மை, உபயோகிக்கக்கூடிய வெப்பநிலை வீச்சம், உணர்திறன், வெப்பநிலை மாறுகை நேரம் ஆகிய காரணிகளால் அவை வேறுபடுகின்றன.

உ + ம :- (1) கண்ணாடியுள் இரச வெப்பமானி (பின்னர் கலந்துரையாடப்படும்)

(2) மாறாக்கனவளவு வாயு வெப்பமானி மாறாக்கனவளவில் குறித்த திணிவையுடைய வாயு ஒன்றின் அழுக்கமே, இவ்வெப்பமானியில் உபயோகிக்கப்படும் வெப்பமான இயல்பாகும். இது மிகவும் செம்மையானதும் பெரிய வெப்பநிலை வீச்சத்தையுடையதாகும்.

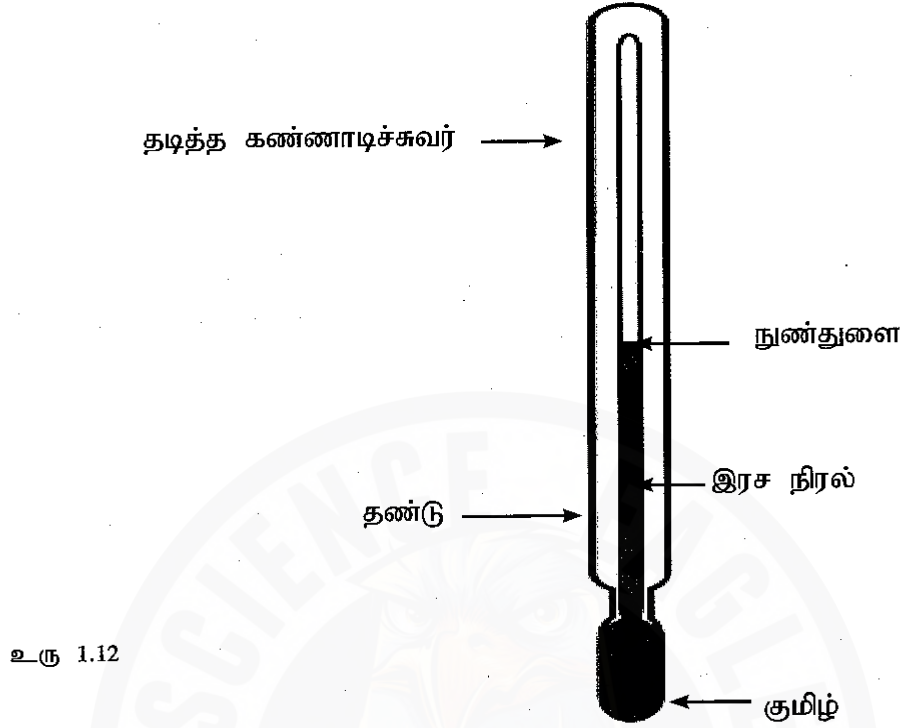
(3) மாறா அழுக்கவாயு வெப்பமானி மாறா அழுக்கத்தில் நிலைத்த திணிவையுடைய வாயு ஒன்றின் கனவளவே, இவ் வெப்பமானியில் வெப்பமான இயல்பாகும். இதன் செம்மையின் அளவும், வெப்பநிலை வீச்சமும் மாறாக்கனவளவு வாயு வெப்பமானியினதை ஏறத்தாழ ஒத்ததாகும்.

(4) பிளாற்றின தடை வெப்பமானி பிளாற்றின கம்பி ஒன்றின் மின்தடையே இவ்வெப்பமானியின் வெப்பமான இயல்பாகும். இவ்வெப்பமானிக்கும் வெப்பநிலை வீச்சம் பெரியதும், செம்மை உயர்வானதும் ஆகும். ஆனால் வாயு வெப்பமானியின் அளவுக்கு செம்மைகூடியதல்ல.

(5) வெப்பவினை வெப்பமானி
(பின்னர் கலந்துரையாடப்படும்.)

கண்ணாடியுள் இரசவெப்பமானி

சீரான குறுக்குவெட்டைக் கொண்ட நுண்துளைக்கண்ணாடியினுள் உள்ள இரசநிரலின் நீளமானது, இவ் வெப்பமானியின் வெப்பமான இயல்பாகும்.



இவ்வெப்பமானியின் வழமையான வீச்சம் - 30°C தொடக்கம் 350 °C வரை இரச நிரலுக்கு மேல் வாயு ஒன்றைப் புகுத்துவதன் மூலம் மேல் எல்லையை 500 °C வரை அதிரிக்கலாம்.

வெப்பமானியின் அனுகூலங்கள்

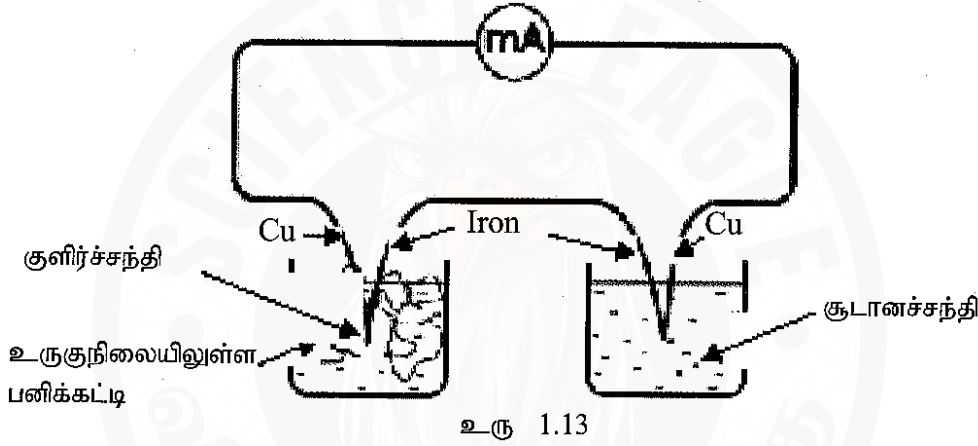
1. சுலபமாகப் பயன்படுத்துவதுடன் சுலபமாகக் காவிச்செல்லலாம்.
2. நேரடியாக வாசிப்பை பெறலாம்.
3. குறைந்த விலை
4. இரசம் நல்ல கடத்தியாதலினால் வெப்பம் இரசம் முழுவதும் விரைவாகப் பரவும்.
5. இரசத்தின் ஒளிபுகா தன்மையால் இலகுவாகப் பார்க்கலாம், அத்துடன் நுண்துளையின் கண்ணாடிச் சுவர்களை நனைக்கமாட்டாது.

இவ்வெப்பமானியின் பிரதிகூலங்கள்

- (1) நுண்துளையின் சீரற்றதன்மையால் வழக்கள் ஏற்படலாம்.
- (2) நுண்துளையிலுள்ள இரசமானது குமிழினுள் இருக்கும் இரசத்தின் வெப்ப நிலையில் இருக்கமாட்டாது.
- (3) இரசத்தின் ஆவியழுக்கம் காரணமாக வழக்கள் ஏற்படலாம்.
- (4) தொடர்ச்சியாகக் கூடிய காலத்திற்கு உபயோகிப்பதால் குமிழில் நிரந்தர உருமாற்றம் ஏற்படுவதால் வழக்கள் ஏற்படலாம்.
- (5) உயர்ந்தமட்டச் செம்மையுடையதல்ல.

வெப்பஇணை வெப்பமானி

இரண்டு வித்தியாசமான உலோகங்களைக் கொண்டு உருவாக்கப்படும் தடத்தில் உலோகங்களின் சந்தியில் உருவாகும் வெப்பமின் இயக்கவிசையே இவ்வெப்பமானியின் வெப்பமான இயல்பாகும். உதாரணமாகச் செப்பும், இரும்பும். இருந்த போதிலும் செய்முறையில் வழக்களைக் குறைப்பதற்கு வெப்பமானியானது இரண்டு சந்திகளைக் கொண்டது. உரு 1.13 இல் ஒரு சந்தியானது குளிரான சந்தி எனப்படும். உருகும்பனிக்கட்டியை உபயோகித்து 0 °C யில் வைக்கப்படும். மற்றைய சந்தி சூடான சந்தி எனப்படும். அளக்க வேண்டிய வெப்பநிலையில் வைக்கப்படும்.



வெப்ப இணையை உருவாக்கக்கூடிய சில உலோகச் சோடிகள்.

1. செப்பும், இரும்பும்
2. நிக்கலும், நிக்கிரோமும்
3. பிளாற்றினமும், பிளாற்றினம் - உரோடியம் கலப்பு உலோகம்.
4. செப்பும், கொன்கதாந்தன் (Constantan)

இரண்டு வித்தியாசமான உலோகசந்திகளுக்கிடையில் மி . இ . வி உருவாக்கப்படும் இத்தோற்றப்பாடு, வெப்பமின் விளைவு அல்லது சீபெக் விளைவு எனப்படும். இந்த மி . இ . வி ஆனது சில மில்லிவோல்ட் பருமன் வரிசையிலிருக்கும். ஆகவே இதனையளக்க உணர்திறனுள்ள மில்லிவோல்ட்மானி ஒன்றை உபயோகித்தல் வேண்டும். மேலும் செம்மையான பெறுபேறுகளுக்கு, இந்த மி . இ . வி யானது அழுத்தமானியை உபயோகித்து அளக்கப்படும்.

இவ்வெப்பமானியானது -200 °C தொடக்கம் 1400 °C வரை பரந்த வீச்சுத்தையுடையது. இவ்வெப்பமானியை உபயோகிப்பதால் வேறு அனுகூலங்களும் உள்ளன.

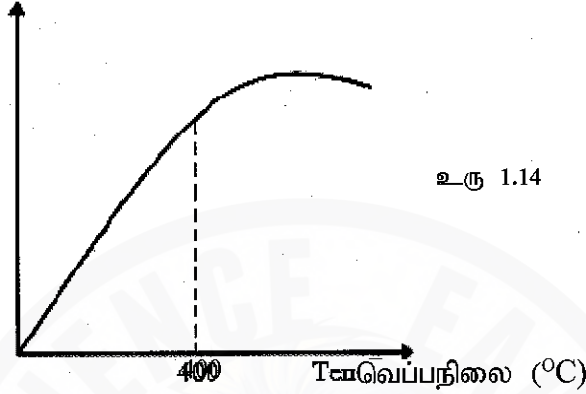
1. சந்தியின் வெப்பக்கொள்ளுவு மிகவும் சிறியதாகும். ஆகவே விரைவாகத் தொழில்படுவதால் மாறுபடும் வெப்பநிலைகளை அளக்க இதனை உபயோகிக்கலாம்.
2. சிறியபரப்பின் அல்லது சிறிதளவுள்ள திரவத்தின் வெப்பநிலையை அளக்கப் பொருத்தமானது.
3. சுலபமாக அமைக்கலாம்.

4. படிவகுக்கை செய்யப்பட்டுள்ள மில்லி வோல்ற்றுமானியைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் நேரடி வாசிப்புகளை (அளவீடுகளை) பெறலாம்.

இவ்வெப்பமானியின் சில பிரதிகூலங்களாவன

1. செம்மையான அளவீடுகளுக்கு அழுத்தமானியை உபயோகிப்பதில் ஏற்படும் இடர்பாடு.
2. ஒரு சந்தியை 0 °C யில் பேணுவதில் ஏற்படும் இடர்பாடு.
3. கீழேயுள்ள படத்தில் காட்டியவாறு உயர் வெப்பநிலைகளில் குறிப்பிடத்தக்களவு ஏகபரிமாணமின்மை நடத்தையை வெளிப்படுத்துகின்றது. (இங்கு வெப்பநிலை < 400°C)

மி . இ . வி



- உ + ம :- ஒரு கண்ணாடியுள் இரசவெப்பமானியின் நீளம் அளவுச்சட்டம் வழியே 0 °C தொடக்கம் 100 °C வரை 25cm ஆகும். குமிழைத் திரவம் ஒன்றினுள் அமிழ்த்திய போது அளவுச்சட்டத்தின் பூச்சியக்குறியிலிருந்து இரசநிரலின் நீளம் 15cm. திரவத்தின் வெப்பநிலை யாது?

$$\theta = \left(\frac{X_{\theta} - X_L}{X_H - X_L} \right) \times 100 = \left(\frac{15 - 0}{25 - 0} \right) \times 100 = \frac{15}{25} \times 100 = 60$$

∴ திரவத்தின் வெப்பநிலை = 60 °C.

வெப்பத்தடைசை

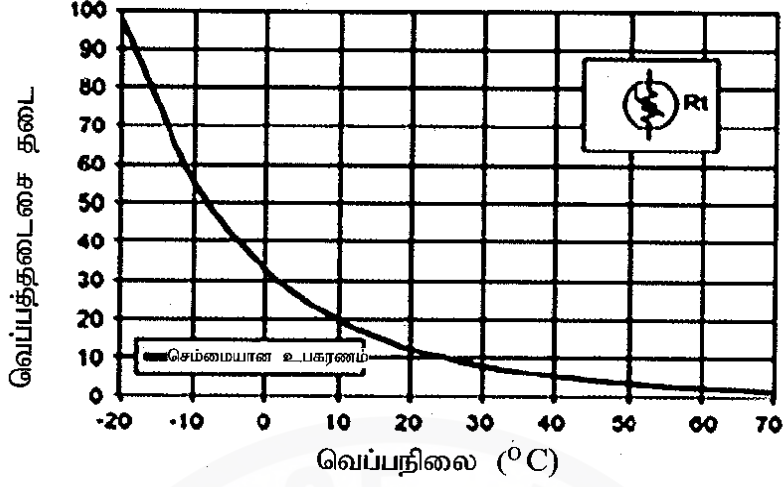
வெப்பநிலை மாறுபடும் பொழுது மின்தடை மாறுபடும் சாதனம் வெப்பத்தடைசை எனப்படும். ஆகவே இதனை வெப்பநிலை மாறுபாட்டைக் கண்டுபிடிக்கும் புலனியாக உபயோகிக்கலாம். வெப்ப தடைசைகளைப் பயன்படுத்திச் சில வெப்பமானிகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

வெப்பத்தடைசையின் தடையின் மாறுபடுதலை வோல்ற்றளவு அல்லது மின்னோட்ட மாறுபடுதலுக்கு மாற்றலாம். இம்மாறுபடுதலை இலத்திரனியல் சுற்றுகைக்கு செலுத்தி இது செயன்முறை க்குட்படுத்தப்பட்டு இலக்ககாட்சி (Digital Display) மூலம் வெப்பநிலை குறித்துக் காட்டப்படும்.

இரண்டு வகையான வெப்பதடைசைகளுண்டு

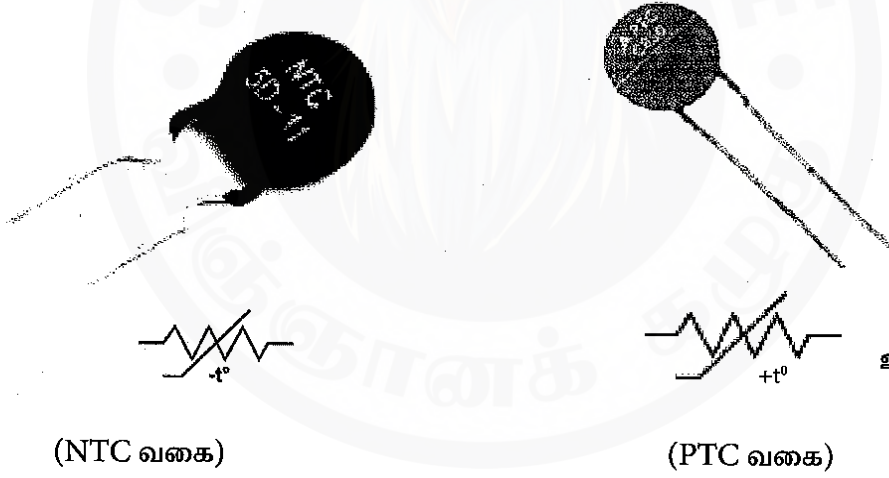
- (1) மறைவெப்பநிலைக்குணகத்தைக் கொண்ட வெப்பத்தடைசை (N.T.C வகை). இந்த வெப்பத் தடைசையில் வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் தடை குறைகின்றது.
- (2) நேர் வெப்பநிலைக்குணகத்தையுடைய (PTC வகை) வெப்பத் தடைசைகள். இவற்றின் தடையானது வெப்பநிலையுடன் அதிகரிக்கும்.

இங்கு முக்கிய கவனத்திற் கொள்ளப்பட வேண்டியது யாதெனில் பயன்படுத்தப்படும் வெப்ப தடைசைகளில் பெரும்பாலானவை NTC வகையாகும். NTC வகை வெப்பத்தடைசைக்குரிய வெப்பநிலை(θ) இற்கு எதிரான தடை (R) இனது வரைபின் மாதிரியானது கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 1.15

கீழேயுள்ள படங்கள் வெப்பத்தடைசையின் பௌதிக தோற்றத்தையும், ஒத்த சுற்றுக்குறி யீடுகளையும் காட்டுகின்றன.



உரு 1.16

அத்தியாயம் - 2

திண்மங்களினதும், திரவங்களினதும் வெப்பவிரிவு

திண்மங்களின் விரிவு

திண்மங்களில், மூலக்கூறுகளை அதிர்வுக்கு உட்படுத்தக்கூடியதாக இருக்கும். திண்மப் பதார்த்தங்களின் வெப்பநிலை அதிகரிக்க அதிர்வுகளின் வீச்சங்கள் அதிகரிக்கும். இதன் விளைவு திண்மப் பதார்த்தம் அடைக்கும் இடம் அதிகரிக்கும். ஆகவே அதன் கனவளவு அதிகரிக்கும்.

வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் ஒரு துண்டுப்பதார்த்தத்தின் கனவளவு அதிகரித்தல், வெப்பவிரிவு எனப்படும்.

ஏகபரிமாண விரிவு

வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் பொருள் ஒன்றின் நீள அதிகரிப்பை மாத்திரம் கருதினால், இது ஏகபரிமாண விரிவாகும்.

பொருள் ஒன்றின் நீள அதிகரிப்பின் பருமன் (Δl), நேர்விகித சமன்;

- (1) ஆரம்பநீளம் (l_0)
 - (2) வெப்பநிலை அதிகரிப்பு ($\Delta\theta$)
- ஆகவே

$$\Delta l \propto l_0$$

$$\Delta l \propto \Delta\theta$$

$$\therefore \Delta l \propto l_0 \Delta\theta$$

$$\therefore \Delta l = \alpha \cdot l_0 \Delta\theta \text{ (இங்கு ஒரு } \alpha \text{ மாறிலி)}$$

$$\therefore \alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta\theta}$$

மாறிலி α என்பது பொருளின் பதார்த்தத்தின் ஏகபரிமாண விரிகைத்திறன் எனப்படும். α என்பது ஓரலகு வெப்பநிலை ஏற்றத்திற்குரிய நீளத்தில் ஏற்படும் பின்ன அதிகரிப்பு என வரையறுக்கப்படும்.

α இன் SI அலகு K^{-1}

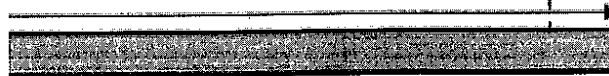
ஏதாவது வெப்பநிலையில் l_1 நீளமுள்ள மெல்லிய கோலைக் கருதுக. கோலின் வெப்பநிலை θ இனால் அதிகரித்தபின் கோலின் புதிய நீளம் l_2 என்க.

வெப்பநிலை: θ_1



l_2

வெப்பநிலை: θ_2



உரு 2.1

α இன் வரைவிலக்கணத்தின்படி $\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 \theta}$ இங்கு $\theta = \theta_2 - \theta_1$ (வெப்பநிலை அதிகரிப்பு)

$$\therefore l_2 = l_1(1 + \alpha \cdot \theta)$$

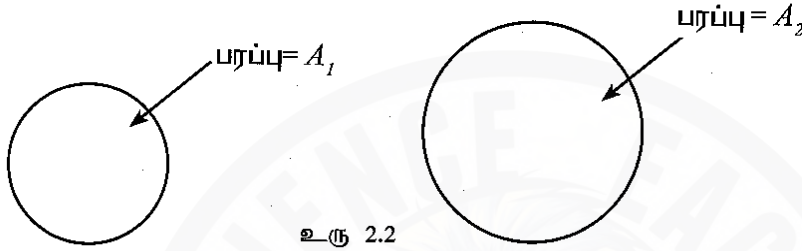
பரப்பு விரிவு

பொருள் ஒன்றின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது பரப்பு அதிகரிப்பைமாத்திரம் கருதினால், இது பரப்பு விரிவாகும். பரப்பு விரிவு அளவீட்டுடன் தொடர்புபடுத்தப்பட்ட பௌதிககணியம் (β) எனப்படுகிறது. பரப்பு விரிகைத்திறன் எனப்படும். ஓரலகு வெப்பநிலை அதிகரிப்புக்கு ஏற்ப பரப்பளவின் பின்ன அதிகரிப்பு, பரப்பு விரிகைத்திறன் என வரையறுக்கப்படும்.

$$\therefore \beta = \frac{\Delta A}{A_0 \Delta \theta} \quad \text{இங்கு} \quad \begin{aligned} \Delta A_1 &- \text{பரப்பு அதிகரிப்பு} \\ \Delta \theta &- \text{வெப்பநிலை அதிகரிப்பு} \\ A_0 &- \text{ஆரம்பப்பரப்பு} \end{aligned}$$

β இன் SI அலகு K^{-1} ஆகும்.

θ_1 எனும் ஒரு வெப்பநிலையில் மேற்பரப்பளவு A_1 ஐக் கொண்ட ஒரு பொருளைக் கருதுக. இதன் வெப்பநிலையானது θ_2 இற்கு அதிகரிக்கப்படும்போது இதன் புதிய மேற்பரப்பளவு A_2 என்க.



வெப்பநிலை θ_1 இல்
பரப்பு அதிகரிப்பு $\Delta A = A_2 - A_1$

வெப்பநிலை θ_2 இல்

வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{\Delta A}{A_0 \Delta \theta} \\ &= \frac{A_2 - A_1}{A_1 \theta} \end{aligned}$$

இங்கு $\theta = \theta_2 - \theta_1$ (வெப்பநிலை அதிகரிப்பு.)

$$\begin{aligned} \therefore A_2 - A_1 &= A_1 \beta \theta \\ \therefore A_2 &= A_1 + A_1 \beta \theta \end{aligned}$$

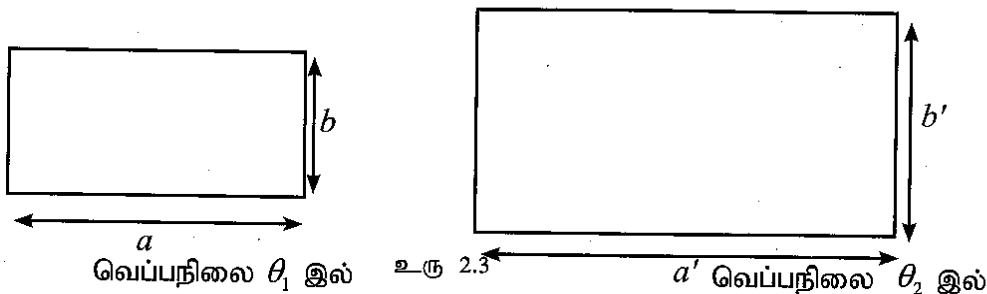
$$\therefore \boxed{A_2 = A_1 (1 + \beta \theta)} \quad \text{————— (1)}$$

α, β என்பவற்றுக்கிடையிலுள்ள தொடர்பு

θ_1 என்னும் குறித்தோர் வெப்பநிலையில் நீளம் a , அகலம் b ஐக் கொண்ட மெல்லிய செவ்வகவடிவான தகடு ஒன்றைக் கருதுக. இதன் வெப்பநிலையானது θ_2 ஆக உயர்த்தப்படும்போது இதன் நீளம், அகலம் என்பவற்றின் புதிய பெறுமானங்கள் முறையே a', b' எனக் கருதுக.

$$A_1 = ab$$

$$A_2 = a'b'$$



$$A_1 = a$$

$$A_2 = a'b'$$

$$l_2 = l_1 (1 + \alpha \theta), \text{ இங்கு } \theta = \theta_2 - \theta_1 \text{ (வெப்பநிலை உயர்ச்சி)}$$

$\therefore a' = a(1 + \alpha \theta)$ இங்கு α என்பது தட்டின் பதார்த்தத்தின் ஏகபரிமாண விரிகைத்திறன்

$$b' = b(1 + \alpha \theta)$$

$$\therefore A_2 = a'b'$$

$$= ab(1 + \alpha \theta)^2$$

$$\Delta A = A_2 - A_1 = ab(1 + \alpha \theta)^2 - ab$$

$$= ab(1 + 2\alpha \theta + \alpha^2 \theta^2) - ab$$

$$= ab(2\alpha \theta + \alpha^2 \theta^2)$$

α மிகவும் சிறியதசமம் ஆதலினால் α^2 மிக மிகச் சிறியது. ஆகவே α^2 உடன் சேர்ந்த உறுப்பை புறக்கணிக்கலாம்.

$$\therefore \Delta A = ab \cdot 2\alpha \theta$$

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_0 \theta}$$

$$= \frac{ab \cdot 2\alpha \theta}{ab \theta} = 2\alpha$$

$$\therefore \boxed{\beta = 2\alpha}$$

அதாவது β ஆனது 2α க்கு அண்மை சமமாகும்.

$$\text{சமன்பாடு (1) இலிருந்து } \boxed{A_2 = A_1 (1 + 2\alpha \theta)}$$

கனவளவு விரிவு

வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் பதார்த்தம் ஒன்றின் சிறிய துண்டின் கனவளவின் அதிகரிப்பு, அதன் கனவளவுவிரிவு என முன்பு கூறப்பட்டது. கனவளவு விரிவை மாத்திரம் கருதினால், இவ் விரிவானது கனவளவு விரிவு எனப்படும்.

கனவளவுவிரிவு அளவீட்டுடன் தொடர்புபடுத்தப்பட்ட பெளதீகக்கணியம் γ கனவளவு விரிகைத்திறன் எனப்படும். ஓரலகு வெப்பநிலை அதிரிப்புக்கு ஏற்பக் கனவளவின் பின்ன அதிகரிப்பு, கனவளவு விரிகைத்திறன் எனப்படும்.

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V \cdot \Delta \theta}$$

ΔV - கனவளவு அதிகரிப்பு

V - ஆரம்ப கனவளவு

$\Delta \theta$ - வெப்பநிலை அதிகரிப்பு

γ இன் SI அலகு K^{-1}

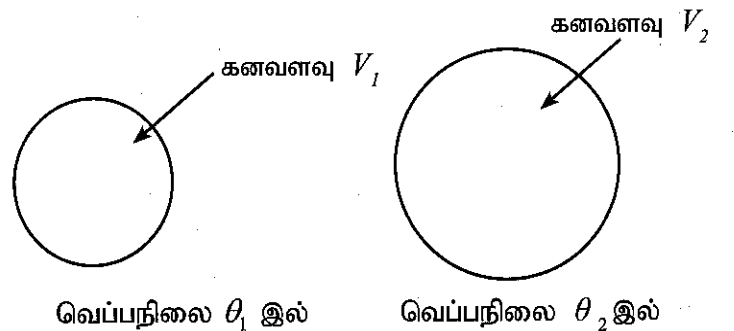
வெப்பநிலை θ_1 இலுள்ள சிறிய பதார்த்தத்தின் கனவளவு V_1 என்க. வெப்பநிலை θ_2 க்கு அதிகரிக்கையில் அதன் கனவளவு V_2 என்க.

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta \theta} = \frac{V_2 - V_1}{V_1 \theta}$$

$$\theta = \theta_2 - \theta_1 \text{ (வெப்பநிலை அதிகரிப்பு)}$$

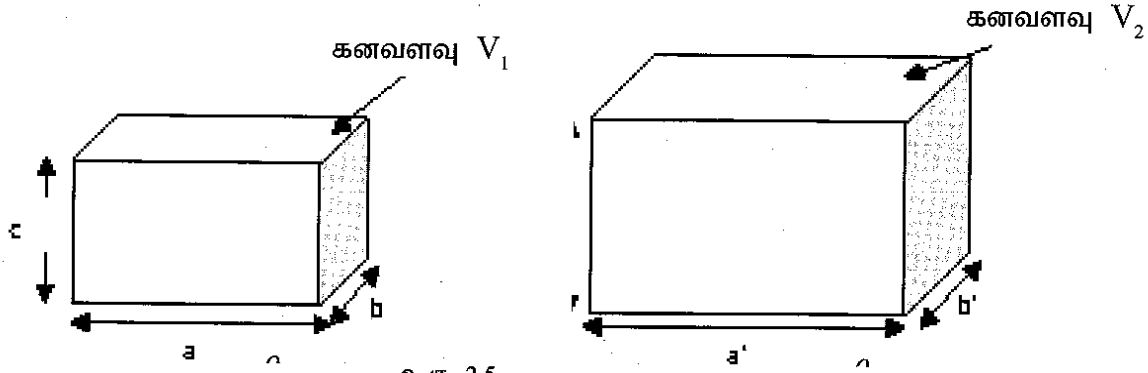
$$\therefore V_2 - V_1 = V_1 \gamma \theta$$

$$\boxed{V_2 = V_1(1 + \gamma \theta)} \dots\dots\dots 2$$



α இற்கும் γ இற்குமுள்ள தொடர்பு

வெப்பநிலை θ_1 இல் கனமுகி ஒன்றின் நீள, அகல, உயரம் முறையே a, b, c என்க. வெப்பநிலை θ_2 க்கு அதிகரிக்கையில் புதிய பெறுமானங்கள் a', b', c' என்க.



உரு 2.5

வெப்பநிலை θ_1 இல்

$$V_1 = a b c$$

வெப்பநிலை θ_2 இல்

$$V_2 = a' b' c'$$

ஏகபரிமாண விரிவைக் கருதின்

$$a' = a(1 + \alpha\theta) \quad b' = b(1 + \alpha\theta) \quad c' = c(1 + \alpha\theta)$$

$$\therefore V_2 = abc(1 + \alpha\theta)^3$$

$$\therefore V_2 = abc(1 + 3\alpha\theta + 3\alpha^2\theta^2 + \alpha^3\theta^3)$$

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$\Delta V = abc(1 + 3\alpha\theta + 3\alpha^2\theta^2 + \alpha^3\theta^3) - abc$$

$$= abc(3\alpha\theta + 3\alpha^2\theta^2 + \alpha^3\theta^3)$$

α மிகவும் சிறிய தசமம் ஆதலினால் α^2, α^3 என்ற உறுப்புகள் மிகவும் சிறியன ஆதலினால் α உடன் ஒப்பிடுகையில் இவற்றைப் புறக்கணிக்கலாம்.

$$\Delta V = abc.3\alpha\theta$$

γ இன் வரைவிலக்கணத்திலிருந்து

$$\therefore \gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta \theta} = \frac{abc.3\alpha\theta}{abc\theta} = 3\alpha$$

$$\therefore \gamma = 3\alpha$$

(அதாவது γ ஆனது 3α க்கு அண்ணளவாகச் சமனானது)

சமன்பாடு (2)ஐ பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$V_2 = V_1(1 + 3\alpha\theta)$$

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம்

1. 30°C யில் உலோகத்தினால் செய்யப்பட்ட கோளம் ஒன்றின் ஆரை 4cm. வெப்பநிலை 130°C க்கு அதிகரிக்கும் போது புதிய ஆரை, மேற்பரப்பின் பரப்பு, கனவளவு ஆகியவற்றைக் காண்க. (உலோகத்தின் ஏகபரிமாண விரிகைத்திறன் 0.0001K^{-1})

விட்டம் ஒன்றின் வழியே விரிவை கருதினால்,

$$l_2 = l_1(1 + \alpha\theta)$$

$$l_2 = 8[1 + 0.0001 \times (130 - 30)]$$

$$= 8(1 + 0.01)$$

$$= 8.08 \text{ cm}$$

$$\text{ஆகவே புதிய ஆரை} = \frac{8.08}{2} = \underline{\underline{4.04 \text{ cm}}}$$

பரப்பு விரிவைக் கருதின்

$$A_2 = A_1(1 + 2\alpha\theta)$$

$$= 4\pi \cdot 4^2(1 + 2 \times 0.0001 \times 100)$$

$$= 64\pi(1 + 0.02)$$

$$= 65.28 \pi$$

$$= 65.28 \times 3.14$$

$$= 205 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 205 \text{ cm}^2$$

$$\therefore \text{புதியபரப்பு} = 205 \text{ cm}^2$$

கனவளவு விரிவைக் கருதின்

$$V_2 = V_1(1 + 3\alpha\theta)$$

$$= \frac{4}{3}\pi \cdot (4)^3(1 + 3 \times 0.0001 \times 100)$$

$$= \frac{4}{3}\pi \cdot 64(1 + 0.03)$$

$$= \frac{4}{3}\pi \times 64 \times 1.03$$

$$= \frac{4}{3} \times 3.14 \times 64 \times 1.03$$

$$= 276 \text{ cm}^3 \quad \therefore \text{புதிய கனவளவு} = 276 \text{ cm}^3$$

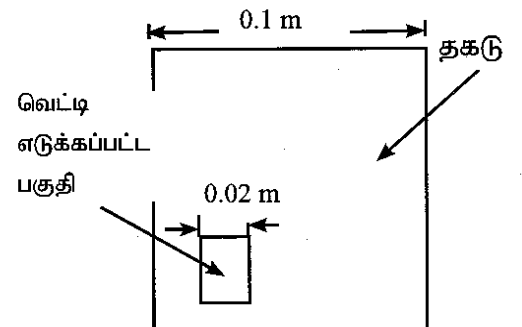
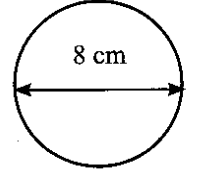
உ + ம் :- மெல்லிய உலாகத்தகடு 0.1m பக்கமுள்ள சதுர வடிவிலுள்ளமெல்லிய உலோகத் தகட்டிலிருந்து படத்தில் காட்டியவாறு 0.02m பக்கமுள்ள சிறிய சதுரம் வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது. தகட்டின் வெப்பநிலை 150°C யினூடு அதிகரிக்கப்பட்டால், தகட்டினதும், வெட்டப்பட்ட பகுதி யினதும் புதிய நீளங்கள் யாது. ($\alpha = 0.00002\text{K}^{-1}$)

$$l_2 = l_1(1 + \alpha \Delta\theta) = 0.1(1 + 0.00002 \times 150)$$

$$= 0.1(1 + 0.003)$$

$$= 0.1003$$

$$\therefore \text{தட்டின் புதிய நீளம்} = 0.1003 \text{ m}$$



வெட்டப்பட்ட துண்டானது தட்டின் விரிகைதிறனுக் கேற்ப விரிவடையும்.

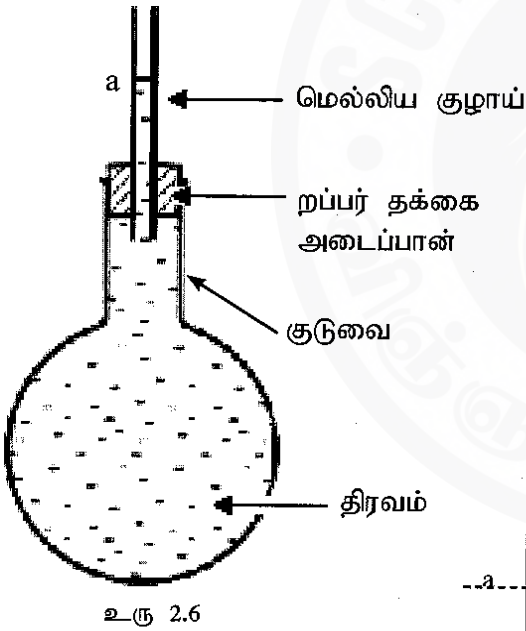
$$\begin{aligned} l_2 &= l_1(1 + \alpha \cdot \theta) \\ &= 0.02 (1 + 0.00002 \times 150) \\ &= 0.02 (1 + 0.003) \\ &= 0.02006 \text{ m} \end{aligned}$$

வெட்டப்பட்ட துண்டின் புதிய நீளம் = 0.02006 m

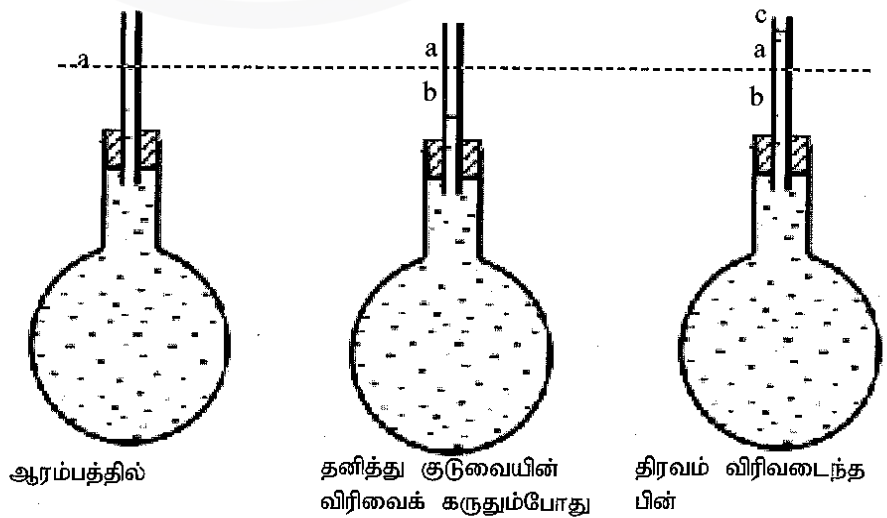
திரவங்களின் விரிவு

திரவங்கள் பாத்திரத்தினுள் கொள்ளப்படுவதால், திரவத்தை வெப்பமாக்கும் போது, பாத்திரமும் வெப்பமாக்கப்படும். ஆகவே, திரவமும், பாத்திரமும் விரிவடையும். பாத்திரத்தின் வடிவத்திற்கேற்பத் திரவக் கனவளவின் வடிவமும் வேறுபடுவதால் திரவத்தைப் பொறுத்தவரை கருத்தில் கொள்ளக் கூடிய ஒரேயொருவிரிவு, கனவளவு விரிவாகும்.

பாத்திரத்தின் பதார்த்தத்தின் கனவளவு விரிவு, திரவத்தின் விரிவுடன் ஒப்பிடுகையில் மிகவும் சிறியதாயின் பாத்திரத்தின் விரிவைப் புறக்கணிக்கலாம். ஆதலால் பாத்திரம் வெப்பமாக்கப்படும் பொழுது, திரவத்தின் விரிவை மாத்திரம் கருதலாம். பாத்திரத்தின் விரிவைக் கருதாது அவதானிக்கப்படும் திரவத்தின் விரிவு, திரவத்தின் தோற்றத்தின் தோற்றவிரிவு எனப்படும். திரவமானது உண்மையில் விரிவடைகின்ற அளவானது அத்திரவத்தின் உண்மை விரிவு எனப்படும். படத்தில் காட்டியவாறு குடுவை ஒன்றினுள் உள்ள திரவம் ஒன்றைக் கருதுக. இறப்பர் அடைப்பானின் மூலம் மெல்லிய குழாய் ஒன்று வைத்துப் பொருத்தப்பட்டுள்ளதைப் படம் காட்டுகிறது.



திரவமானது குழாயிலுள்ள குறி "a" வரை நிரப்பப்பட்டுள்ளது. குடுவையை வெப்பமாக்கும் போது ஆரம்பத்தில் குழாயிலுள்ள திரவமட்டம் சிறிதளவு பதிந்து (இறங்கி) பின் மேலெழுத் தொடங்குவதை அவதானிக்கலாம். குடுவை விரிவடைந்தால் ஆரம்பத்தில் திரவமட்டம் வீழ்ச்சியடைந்தது. ஆனால் இறுதி உயர்ச்சி, திரவத்தின் விரிவால் ஏற்பட்டதாகும். ஒரே நேரத்தில் இருவிரிவுகளும் நடைபெற்றாலும், விளக் கத்தை எளிமையாக்குவதன் பொருட்டு முதலில் பாத்திரம் மட்டும் விரிவடைவதாகவும் பின்னரே திரவம் விரிவதாகவும் கருதுவோம். படம் 4.2.9 இல் காட்டியபடி



உரு 2.7

மேலுள்ள வரிப்படங்களில் இருந்து a, b என்ற மட்டங்களுக்கிடையிலுள்ள கனவளவு குடுவையின் விரிவை மாத்திரமும், மட்டங்கள் b, c க்கிடையிலுள்ள கனவளவு திரவத்தின் உண்மை விரிவையும், மட்டங்கள் a, c க்கிடையிலுள்ள கனவளவு திரவத்தின் தோற்றவிரிவையும் குறிப்பது தெளிவாகின்றது.

$\therefore (b, c$ க்கிடையிலுள்ள கனவளவு) = $(a, c$ க்கிடையிலுள்ள கனவளவு) + $(a, b$ க்கிடையிலுள்ள கனவளவு) என்பது வெளிப்படையானது.

அதாவது,

உண்மை விரிவு (திரவம் ஒன்றின்) = தோற்றவிரிவு (திரவத்தின்) + பாத்திரத்தின் விரிவு

மேலுள்ளதிற்கேற்ப, இரண்டு விரிகைத்திறன்களும் உண்மை விரிவிலும், தோற்றவிரிவிலும் தங்கியிருப்பதாகக் கருதலாம்.

திரவம் ஒன்றின் உண்மை விரிகைத்திறனையும் ($\gamma_{\text{உண்மை}}$) தோற்ற விரிகைத்திறனையும் ($\gamma_{\text{தோற்றம்}}$) பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம்.

$$\gamma_{\text{உண்மை}} = \frac{\Delta V_{\text{உண்மை}}}{V_0 \cdot \Delta \theta}$$

$$\gamma_{\text{தோற்றம்}} = \frac{\Delta V_{\text{தோற்றம்}}}{V_0 \cdot \Delta \theta}$$

மேலும் கணித்தல்கள் மூலம் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

$$\gamma_{\text{உண்மை}} = \gamma_{\text{தோற்றம்}} + \gamma_{\text{பாத்திரம்}}$$

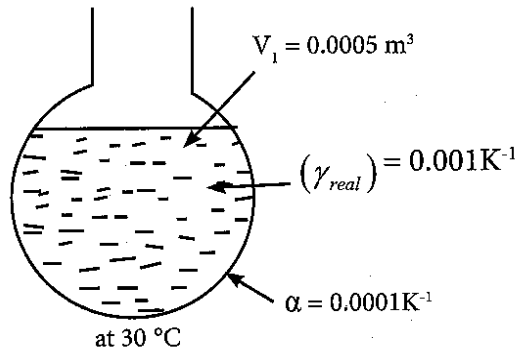
$$\gamma_{\text{உண்மை}} = \gamma_{\text{தோற்றம்}} + 3\alpha_{\text{பாத்திரம்}}$$

இங்கு $\gamma_{\text{பாத்திரம்}}$ - பாத்திரத்தின் கனவளவு விரிகைத்திறன்

$\alpha_{\text{பாத்திரம்}}$ - பாத்திரத்தின் ஏகபரிமாண விரிகைத்திறன்

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம்

குடுவை ஒன்று 30°C யில் 0.0005 m^3 கனவளவுள்ள திரவத்தைக் கொண்டுள்ளது. திரவத்தின் உண்மை (கனவளவு) விரிகைத்திறன் 0.001 K^{-1} , குடுவையின் பதார்த்தத்தின் ஏகபரிமாண விரிகைத்திறன் 0.0001 K^{-1} . குடுவையை 100°C க்கு வெப்பமாக்கப்படி திரவத்தின் தோற்றக் கனவளவு அதிகரிப்பையும், உண்மைக் கனவளவு அதிகரிப்பையும் காண்க.



திரவத்திற்கு

$$\gamma_{\text{உண்மை}} = \frac{\Delta V_{\text{உண்மை}}}{V_0 \Delta \theta}$$

$$\therefore 0.001 = \frac{\Delta V_{\text{உண்மை}}}{0.0005 \times 70}$$

$$\begin{aligned} \Delta V_{\text{உண்மை}} &= 0.001 \times 0.0005 \times 70 \\ &= 3.5 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

\therefore திரவத்தின் உண்மைக் கனவளவு அதிகரிப்பு = $3.5 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

$$\gamma_{\text{உண்மை}} = \gamma_{\text{தோற்றம்}} + 3\alpha \text{ இலிருந்து}$$

$$0.001 = \gamma_{\text{தோற்றம்}} + 3 \times 0.001$$

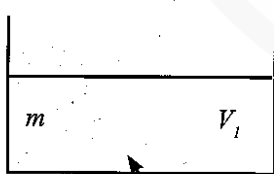
$$\begin{aligned} \therefore \gamma_{\text{தோற்றம்}} &= 0.001 - 0.0003 \\ &= 0.0007 \text{ K}^{-1} \end{aligned}$$

$$\gamma_{\text{தோற்றம்}} = \frac{\Delta V_{\text{தோற்றம்}}}{V_0 \Delta \theta}$$

$$\begin{aligned} \therefore \Delta V_{\text{தோற்றம்}} &= 0.0007 \times 0.0005 \times 70 \\ &= 2.45 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

\therefore திரவத்தின் தோற்றக் கனவளவு அதிகரிப்பு = $2.45 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

வெப்பநிலையுடன் அடர்த்தியின் மாறல்



வெப்பநிலை θ_1



வெப்பநிலை θ_2

உரு 2.8

வெப்பநிலை θ_1 இல் ρ_1 அடர்த்தியைக் கொண்டதும் V_1 கனவளவைக் கொண்டதுமான திரவம் ஒன்றைக் கருதுக. வெப்பநிலை θ_2 க்கு அதிகரிக்கையில் புதிய கனவளவு V_2 எனவும் அடர்த்தி ρ_2 எனவும் கொள்க.

$$\text{வெப்பநிலை } \theta_1 \text{ இல் திரவத்தின் திணிவு} = V_1 \rho_1$$

$$\text{வெப்பநிலை } \theta_2 \text{ இல் திரவத்தின் திணிவு} = V_2 \rho_2$$

திணிவின் மாற்றம் ஏற்படாததால்,

$$V_1 \rho_1 = V_2 \rho_2 \quad (1)$$

திரவத்தின் உண்மை விரிகைத்திறன் γ என்க.

$$V_2 = V_1 (1 + \gamma \theta) \quad \text{இங்கு } \theta = (\theta_2 - \theta_1) \text{ (வெப்பநிலை அதிகரிப்பு)}$$

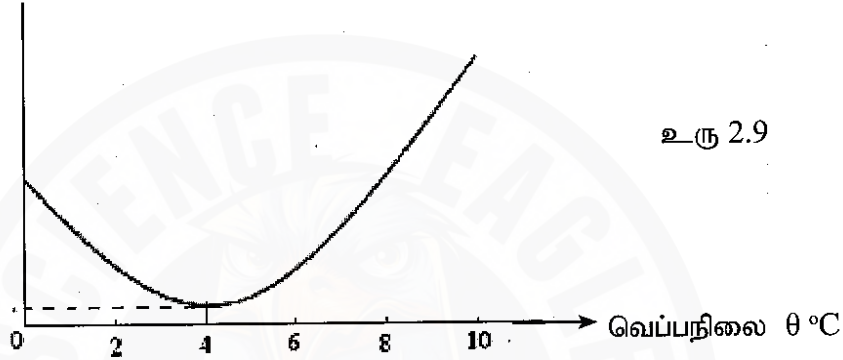
$$1 \text{ இலிலிருந்து } V_1 \rho_1 = v_1 (1 + \gamma \theta) \rho_2$$

$$\rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + \gamma \theta}$$

இதன்படி திரவங்களில் அடர்த்தியானது வெப்பநிலையுடன் குறைவடைகிறது. எனினும் நீரானது வித்தியாசமான நடத்தையைக் காட்டுவது அறியப்பட்டுள்ளது.

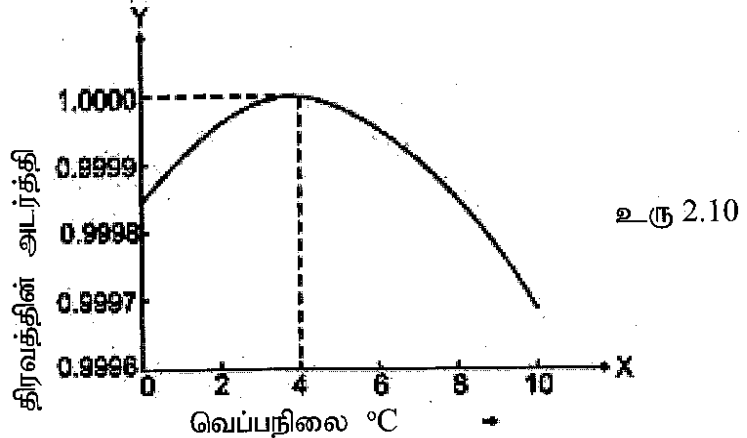
நீரின் நேரில் விரிவு

குறித்த திணிவுள்ள நீரின் கனவளவு (V) அனக வெப்பநிலையுடன் (θ) மாறுபடுதலை காட்டும் கீழுள்ள கனவளவு (V)



வரைபிலிருந்து, 4 °C யிலும் உயர்ந்த வெப்பநிலையில் நீரின் கனவளவு வெப்பநிலையுடன் அதிகரிக்கின்றது என்பது தெளிவாகின்றது. 0 °C க்கும் 4 °C க்கும் மிடையிலுள்ள வெப்பநிலை வீச்சினுள் வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் நீரின் கனவளவு குறைகின்றது. ஆகவே வெப்பநிலையானது 4 °C யிலிருந்து 0 °C க்குக் குறையும் போது நீரின் கனவளவானது குறைவதற்குப்பதிலாக அதிகரிக்கின்றது. அது திரவம் ஒன்றின் சாதாரண நடத்தையிலிருந்து வேறுபடுகிறது. வெப்பநிலை குறையக் கனவளவு குறைவதே சாதாரண நடத்தையாகும் வெப்பநிலையானது 4 °C யிலிருந்து 0 °C க்குக் குறையும் போது நீரின் அசாதாரண விரிவு நீரின் நேரில் விரிவு எனப்படும். மேலும் 4 °C யிலேயே தரப்பட்ட திணிவுள்ள நீரின் கனவளவு இழிவாகும். எனவே 4 °C யிலேயே நீரின் அடர்த்தி உயர்வாகும்.

நீரின் இந்நேரில் விரிவின் காரணமாக வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் அதனது அடர்த்தியும் இவ்வகையிலேயே மாற்றமடையும். 0 °C தொடக்கம் 4 °C வரை நீரின் அடர்த்தியானது குறைவடைவதற்குப் பதிலாக அதிகரிப்பதுடன் பின்பு 4 °C இற்குப் பின்னரான வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் அடர்த்தி குறைவடைகிறது.



அத்தியாயம் - 3

வாயுவிதிகள்

தரப்பட்ட திணிவுள்ள வாயு ஒன்றின் பௌதிக நிலையைக் குறிப்பதற்கு அதன் கனவளவு (V) அழுக்கம் (p) வெப்பநிலை (T) ஆகியவற்றை அதன் பரமானங்களாகக் குறிக்கலாம். மாறாத்திணிவுள்ள வாயு ஒன்றின் இரண்டு நிலைகளுக்கிடையிலுள்ள நடத்தையை விளக்குவதற்கு p, V, T க்கிடையிலுள்ள தொடர்புகளைப் பயன்படுத்தி வாயு விதிகள் உருவாக்கப்பட்டன.

வாயு ஒன்றின் இரண்டு மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலுள்ள சராசரி தூரமானது திரவம் ஒன்றின் இரண்டு மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலுள்ள சராசரி தூரத்தின் ஏறத்தாழ 10 மடங்காக அமைவதால் வாயுவொன்றின் மூலக்கூற்றிடைக் கவர்ச்சி விசையானது திரவத்திலுள்ளதன் 1% இலும் குறைவானதாகும். அத்துடன் ஒவ்வொரு வாயுவிலும் அதன் மூலக்கூறுகளின் கனவளவு அவ்வாயுவினால் இடங்கொள்ளப்பட்ட கனவளவுடன் ஒப்பிடுகையில் மிகவும் சிறிதாகும். உதாரணமாக ஒரு இலீற்றர் (1000 cm^3) ஐதரசன் வாயுவிலுள்ள ஐதரசன் மூலக்கூறு ஒன்றின் கனவளவு 0.2 cm^3 அளவுக்கு சிறிதாகும். இவ்வுண்மையானது எந்த ஒரு வாயுவிற்கும் சரியாகும். எனவே எல்லா வாயுக்களினதும் பௌதிக நடத்தையானது வாயு மூலக்கூறுகளின் வகையில் தங்கியிராது எனவும், எல்லா வாயுக்களும் ஒரே மாதிரி நடத்தையை வெளிப்படுத்தும் எனவும் கருதலாம்.

எனவே எல்லா வாயுக்களுக்கும் பின்வருமாறு கருதலாம்.

1. மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலுள்ள கவர்ச்சி விசை புறக்கணிக்கத்தக்கது.
2. வாயுவின் கனவளவுடன் ஒப்பிடுகையில் வாயு மூலக்கூறு ஒன்றின் கனவளவு புறக்கணிக்கத்தக்களவு சிறிதாகும்.

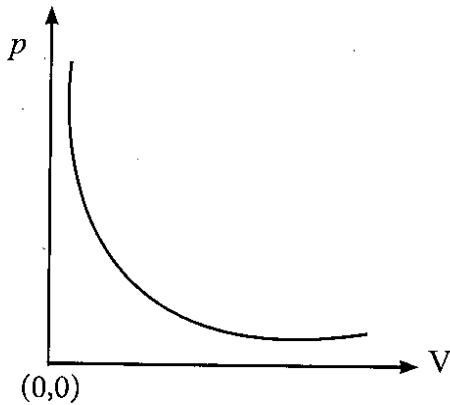
மேற்கூறப்பட்ட கருதுகோள்களின் அடிப்படையில் நடத்தையை வெளிப்படுத்தும் வாயு , பூராண வாயு எனப்படும். நியம அழுக்க வெப்பநிலை நிபந்தனைகளிலும் வாயுக்கள் , பூராண வாயுக்களாகத் தொழில்படும் எனக் கருதலாம். பூராணவாயுக்களினால் திருப்தி செய்யப்படும் மூன்று அடிப்படை விதிகள் உண்டு.

போயிலின் விதி

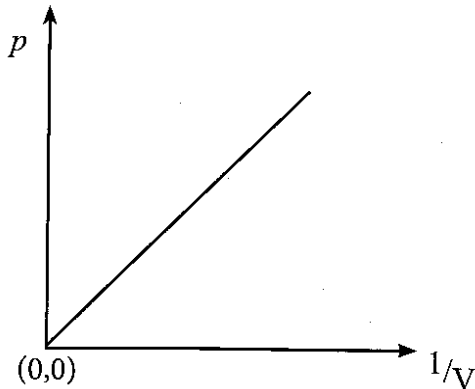
வெப்பநிலை மாறாதிருக்க குறித்த திணிவுடைய வாயு ஒன்றின் அழுக்கம் அதன் கனவளவிற்கு நேர்மாறு விகிதசமமுடையது.

$$p = k \frac{1}{V} \quad \text{அல்லது} \quad pV = k$$

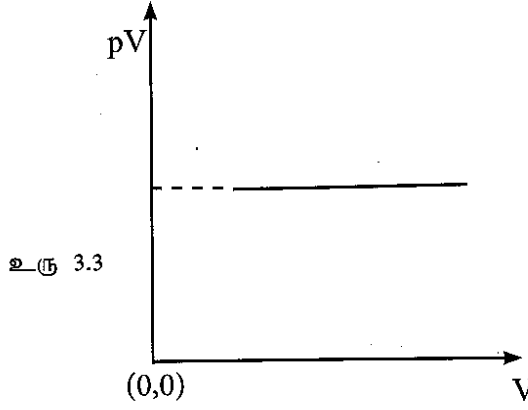
இங்கு k என்பது குறித்த திணிவு வாயுவிற்கு குறித்த வெப்பநிலையில் மாறிலியாகும்.



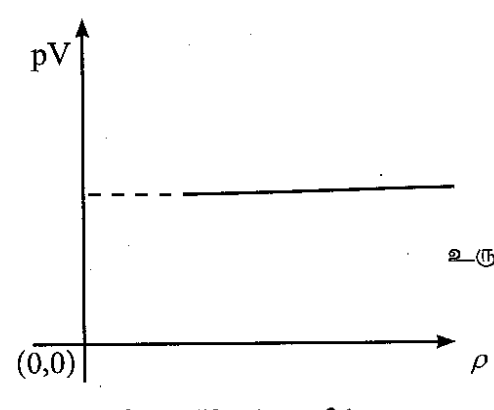
V இற்கு எதிரே p ஐக் குறித்து வரையப்படும் வரைபு உரு 3.1



$1/V$ இற்கு எதிரே p ஐக் குறித்து வரையப்படும் வரைபு உரு 3.2



உரு 3.3



உரு 3.4

V இற்கு எதிரே pV ஐக் குறித்து வரையப்படும் வரைபு உரு 3.3

p இற்கு எதிரே pV ஐக் குறித்து வரையப்படும் வரைபு உரு 3.4

மாறா வெப்பநிலையில் இரண்டு நிலைகளில் குறித்த வாயு திணிவொன்றின் அழுக்கம் கனவளவுகள் முறையே p_1, V_1 ம் p_2, V_2 ம் ஆகும். k மாறிலி ஆதலினால் $p_1 V_1 = p_2 V_2$

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம்

1. மாறா வெப்பநிலையில் குறித்த திணிவு ஒன்றின் வாயு அழுக்கம் அதன் தற்போதைய பெறுமானத்திலிருந்து 25% இனால் குறைக்கப்பட்டது கனவளவு சதவீதமாற்றம் யாது ?

தீர்வு

அழுக்கம் 25 % இனால் குறைக்கப்பட்ட நிலையில் $p_2 = p - \frac{25p}{100} = \frac{75p}{100} = \frac{3}{4}p$

கனவளவு v_2 க்கு மாறினால்

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$pV = \frac{3}{4} pV_2$$

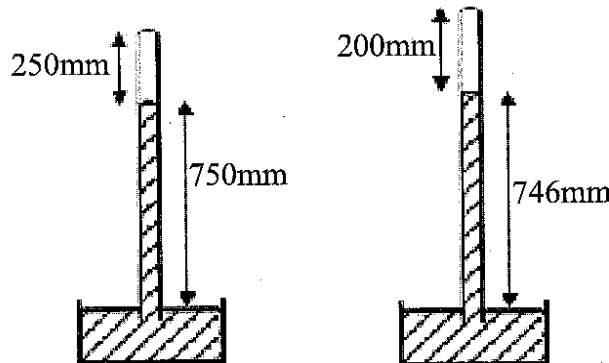
$$V_2 = \frac{4}{3} V$$

கனவளவு அதிகரிப்பு $\Delta V = V_2 - V_1 = \frac{4}{3} V - V = \frac{V}{3}$

கனவளவின் சதவீத அதிகரிப்பு $= \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$

$$= \frac{V}{3V} \times 100 = \underline{\underline{33.33\%}}$$

2. வழுவள்ள பாரமானிக்குழாய் ஒன்றின் இரச நிரலுக்கு மேலுள்ள வெளியில் சிறிதளவு வளி புகுந்துள்ளது. இவ்வளி நிரலின் நீளம் 250 mm ஆயிருக்கையில் பாரமானிக் குழாயின் வெளிமட்டத்திற்கு மேல் இரசநிரலின் உயரம் 750 mm. வளிநிரலின் நீளம் 200 mm ஆகக் குறைக்கப்பட்ட போது இரசநிரலின் உயரம் 746 mm. வளிமண்டல அழுக்கத்தைக் காண்க. வெப்பநிலை மாறாதிருக்கின்றது எனக் கொள்க.



உரு 3.5

வளிமண்டல அழுக்கம் h mm என்க
குழாயின் குறுக்குவெட்டு முகப்பரப்பு A mm² என்க

1ம் நிலையில் வாயுவின் கனவளவு $V_1 = 250 A$ mm³ (இங்கு h வளிமண்டல அழுக்கம் mm Hg இல்)

வாயுவின் அழுக்கம் $P_1 = (h - 750)$ mm Hg

2ம் நிலையில் வாயுவின் கனவளவு $V_2 = 200 A$ mm³

வாயுவின் அழுக்கம் $P_2 = (h - 746)$ mm Hg.

வெப்பநிலை மாறிலியாதலினால் போயிலின் விதியை பிரயோகிக்க

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(h - 750).250A = (h - 746).200A$$

$$5(h - 750) = 4(h - 746)$$

$$5h - 4h = 3750 - 2984$$

$$h = \underline{\underline{766}} \text{ mm Hg}$$

சாள்சின் விதி

அழுக்கம் மாறாதிருக்கையில் குறித்த திணிவுடைய வாயு ஒன்றின் கனவளவு அதன் தனி வெப்பநிலைக்கு நேர்விகிதசமமாகும்.

$V \propto T$ k என்பது மாறா அழுக்கத்தில் குறித்த திணிவு தரப்பட்ட வாயுவிற்கு
 $V = kT$ மாறிலியாகும்.)

மாறா அழுக்கத்தில் நிலைத்த திணிவுள்ள வாயுவின் இரண்டு நிலைகளுக்கு

$$\frac{V_1}{T_1} = k \quad \frac{V_2}{T_2} = k$$

$$\therefore \boxed{\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}}$$

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம்

127° C யில் பூரண வாயுவொன்றின் குறித்த திணிவினது கனவளவு 1000 cm³. மாறா அழுக்கத்தில் வெப்பநிலை 227° C க்கு உயர்த்தப்பட்டால் வாயுவின் புதிய கனவளவு யாது?

தீர்வு $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

$$\frac{1000}{(127 + 273)} = \frac{V_2}{(227 + 273)}$$

$$\frac{1000}{400} = \frac{V_2}{500}$$

$$V_2 = \frac{1000 \times 500}{400} = 1250 = \underline{\underline{1250}} \text{ cm}^3 \quad \text{வாயுவின் புதிய கனவளவு } 1250 \text{ cm}^3$$

அழுக்க விதி

கனவளவு மாறாதிருக்கையில் குறித்த வாயுத்திணிவு ஒன்றின் அழுக்கம் அதன் வெப்ப நிலைக்கு நேர்விகிதசமமாகும்.

$$P \propto T$$

$$p = kT$$

$$\frac{P}{T} = k \quad k \text{ என்பது மாறா கனவளவில் குறித்த திணிவு வாயுவிற்கு மாறிலியாகும்}$$

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

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

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம்

27 °C வெப்பநிலையிலும் 80mm Hg அழுக்கத்திலும் மூடிய குமிழ் ஒன்றில் வளியுள்ளது. குமிழின் வெப்பநிலை 100 °C உயர்த்தப்பட்டால் குமிழினுள் உள்ள வளியின் புதிய அழுக்கம் யாது ? குமிழின் விரிவை புறக்கணிக்க.

அழுக்க விதிப்படி

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \text{மாறாக் கனவளவில்}$$

$$\frac{80}{27+273} = \frac{P_2}{100+273}$$

$$P_2 = \frac{80 \times 373}{300}$$

$$P_2 = 99.5$$

∴ 100 °C இல் வளியின் அழுக்கம் 99.5 mm Hg

வாயு விதிகளைப் பற்றிய மேலதிகக் கற்றலுக்குப் பின்வரும் விடயங்களில் செலுத்தப்படும் கவனம் துணைபுரியும்.

அவகாதரோவின் கருதுகோள்

ஒரே வெப்பநிலையிலும் அழுக்கத்திலும் சமகனவளவான எல்லா வாயுக்களும் சம எண்ணிக்கையான மூலக்கூறுகளைக் கொள்ளும்.

மூல்

0.012 kg அளவான காபன் 12 சமதானியிலுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமான எண்ணிக்கையுள்ள அணுக்களைக்கொள்ளும் பதார்த்தத்தின் அளவு மூல் எனப்படும்.

அவகாதரோவின் எண் (N_A)

ஒரு மூல் வாயுவிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அவகாதரோவின் எண் எனப்படும்.

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

நியமவெப்ப நிலையிலும் (0°C) நியம அழுக்கத்திலும் (760 mm Hg) ஒரு மூல் வாயுவானது 22.4 இலீற்றர் கனவளவைக் கொள்ளும்.

மூலர் திணிவு

ஒரு மூல் வாயு ஒன்றின் திணிவு அதன் மூலர் திணிவு எனப்படும்.

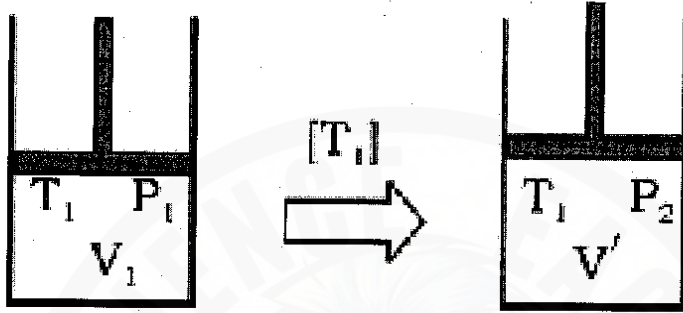
வாயு நிலைச்சமன்பாடு (Equation of state of a gas)

தரப்பட்ட திணிவுள்ள வாயு ஒன்றின் பௌதிக நிலையை p, V, T என்ற பரமானங்கள் குறிக்கும் என்பது இதற்கு முன்னர் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

இதுவரை கலந்துரையாடப்பட்ட வாயு விதிகளில் இருந்து இப்பரமானங்களுள் இரண்டு ஒரு நேரத்தில் ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றையதற்கு எவ்வாறு மாறுகின்றத என்பது விபரிக்கப்பட்டது. அடுத்தப்படியானது எல்லா முன்று பரமானங்களும் ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றையதற்கு மாறுவதை பற்றிக் கற்பதாகும்.

இந்த நோக்கத்திற்காகப் பாத்திரம் ஒன்றினுள் உராய்வற்ற இயங்கக் கூடிய முசலம் ஒன்றினால் அடைக்கப்பட்ட குறித்த திணிவுள்ள வாயு ஒன்றைக் கருதுக. கனவளவு அமுக்கம் தனிவெப்பநிலை ஆகியவற்றின் ஆரம்ப பெறுமானங்கள் V_1, p_1, T_1 என்க.

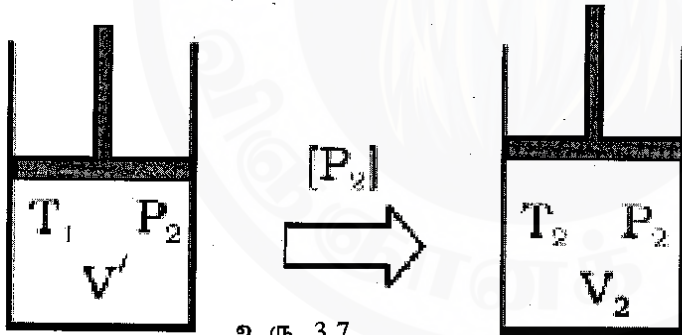
முதலில் வெப்பநிலையை மாறாது வைத்து (T_1) அமுக்கமானது புதிய பெறுமானத்திற்கு மாற்றப்படுவதாகக் கருதுக. இதன் விளைவாகக் கனவளவு V' க்கு மாறுவதாகக் கருதுக.



மாறா வெப்பநிலையில் இம்மாற்றத்திற்குப் போயிலின் விதியைப் பிரயோகிப்பின்

$$p_1 V_1 = p_2 V' \quad V' = \frac{p_1 V_1}{p_2} \quad \text{----- (1)}$$

அடுத்ததாக அமுக்கம் மாறாதிருக்க வாயுவின் வெப்பநிலையை T_2 க்கு மாற்றின் இதன் விளைவாக கனவளவு புதிய பெறுமானம் V_2 வை எடுக்கும் என்க.



உரு 3.7

மாறா அமுக்கத்திலுள்ள மாற்றத்திற்குச் சாள்சின் விதியைப் பிரயோகிப்பின்

$$\frac{V'}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\therefore V' = \frac{T_1 V_2}{T_2} \text{(2)}$$

சமன்பாடுகள் (1) (2) இலிருந்து

$$\frac{p_1 V'}{p_2} = \frac{T_1 V_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{p_1 V'}{p_2 T_1} = \frac{p_1 V_2}{T_2}$$

T_1

ஆகவே தரப்பட்ட திணிவுள்ள வாயுவிற்கு

$$\frac{pV}{T} = a \quad \text{ஒரு மாறிலி}$$

மேலுள்ள தொடர்பானது வாயு ஒன்றின் நிலைச்சமன்பாடு எனப்படும்.

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம்:

குறித்த திணிவுள்ள அடைக்கப்பட்ட வாயுவானது 31°C வெப்பநிலையில் 20 kPa அழுக்கத்தில் கனவளவு 400 l ஐ கொள்கிறது. இத் திணிவு வாயுவின் வெப்பநிலையில் 42°C க்கு உயர்த்தப்பட்ட போது கனவளவானது 200 l க்கு அழுக்கப்பட்டது. அழுக்கம் என்ன பெறுமானத்திற்கு மாறியிருக்கும்.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

ஐ குறித்த திணிவு வாயுவிற்கு பிரயோகிப்பின்

$$\frac{20 \times 400}{300} = \frac{p_2 \times 200}{315}$$

$$p_2 = \frac{20 \times 400 \times 315}{300 \times 200}$$

$$p_2 = 42 \text{ kPa}$$

குறிப்பு :- மேலுள்ள பிரதியீட்டில் இரண்டு பக்கமும் ஒவ்வொரு கணியமும் சர்வசமனான அலகுகளைக் கொண்டமைதல் வேண்டும்.

இலட்சிய வாயுச்சமன்பாடு

வாயு ஒன்றின் நிலைச்சமன்பாட்டில் மாறிலி வாயுவானது ஒரு மூலை கொள்ளக்கூடியதாக வாயுவைத் தெரிவு செய்யின் மேலுள்ள மாறிலி என்பது அகில வாயு மாறிலி ' R ' எனப்படும்.

எனவே ஒரு மூல் வாயுவிற்கு $\frac{pV}{T} = R$

குறித்த வாயுத்திணிவு ' n ' மூல் வாயுவைக் கொள்ளின்

$$\frac{pV}{T} = nR$$

$$\therefore pV = nRT$$

மேலுள்ள சமன்பாடு இலட்சியவாயுச்சமன்பாடு எனப்படும். நியம வெப்பநிலையிலும் அழுக்கத்திலும் ஒரு மூல் வாயு 22.4 l கனவளவை இடங்கொள்ளும் என்ற உண்மையைக் கருதினால் R இன் பெறுமானத்தைக் காணலாம். $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

கருதப்பட்ட வாயுவின் திணிவு ' m ' ஆகவும் அதன் மூலர்த்திணிவு M ஆகவும் இருப்பின்

$$n = \frac{m}{M}$$

$$\therefore pV = \frac{m}{M} RT$$

$$p = \frac{m RT}{V M}$$

$$p = \rho \frac{RT}{M}$$

இங்கு ρ என்பது தரப்பட்ட வெப்பநிலை T யிலும் அழுக்கம் P யிலும் வாயுவின் அடர்த்தியாகும்.

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம்

1. வளி மண்டலத்திற்கு திறந்துள்ள 3l கனவளவுள்ள பாத்திரம் 'n' மூல்களைக் கொண்ட வாயு ஒன்றினால் 27 °C யில் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. வாயுவானது வளிமண்டல அழுக்கத்தில் தொடர்ந்து இருக்கத்தக்கதாக பாத்திரத்தை என்ன வெப்பநிலைக்கு வெப்பமேற்றினால் பாத்திரத்திலிருக்கும் மூல்களிலிருந்து 1/5 பங்கு வெளியேற்றப்படும்

$$pV = nRT, \text{யிலிருந்து}$$

$$nT = \frac{pV}{R} = \text{ஒரு மாறிலி}$$

$$\therefore n_1T_1 = n_2T_2$$

$$n \times 304 = \left(n - \frac{n}{5}\right) T_2$$

$$n \times 304 = \frac{4n}{5} T_2$$

$$T_2 = 380 \text{ K}$$

பாத்திரத்தை வெப்பமேற்ற வேண்டிய வெப்பநிலை 308 K

2. உருளை ஒன்றினுள் வளிமண்டல அழுக்கத்தின் 9.5 மடங்கு அழுக்கத்திலும் 7 °C யிலும் 19 kg திணிவுள்ள வாயு ஒன்று உள்ளடக்கப்பட்டுள்ளது. உருளையை 27 °C சூழலுக்கு கொண்டுவரப்பட்டு பாதுகாப்பு வால்வு திறக்கப்பட்டு சிறிதளவு பங்கு வளியானது வளிமண்டலத்திற்கு திறந்துவிடப்பட்டது. உருளையினுள் இருக்கும் வளியின் அழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கத்தின் 10 மடங்காக வரும் வரையே வளியானது வெளியேற்றப்பட்டது. வெளியகற்றப்பட்ட வாயுவின் திணிவு யாது?

தீர்வு:- உருளையின் கனவளவு V எனவும் வளிமண்டல அழுக்கத்தை A எனவும் கொள்க. ஆரம்பத்தில் உருளையிலுள்ள வாயுவின் மூல் எண்ணிக்கை n_1 என்க.

$$pV = nRT$$

$$9.5AV = n_1RT$$

$$n_1 = \frac{9.5AV}{280 \cdot R}$$

இறுதியாக உருளையினுள் எஞ்சியிருக்கும் வாயு n_2 மூல்கள் ஆயின்

$$pV = nRT$$

$$10AV = n_2R (300)$$

$$n_2 = \frac{10AV}{300R}$$

இறுதியாக உருளையினுள் எஞ்சியிருக்கும் வாயுவின் திணிவு m என்க. வாயுவின் திணிவு மூல்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர்விகிதசமமாதலினால்

$$\frac{m}{19} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{m}{19} = \frac{10 \times 280}{9.5 \times 300}$$

$$m = 18.67 \text{ kg}$$

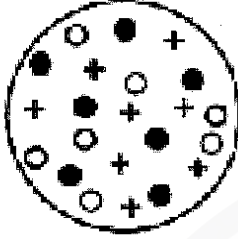
$$\therefore \text{வளிமண்டலத்திற்கு விடுவிக்கப்பட்ட வாயுத்திணிவு} = 19 - 18.67 = 0.33 \text{ kg.}$$

குறித்த வெப்பநிலையில் குறித்த கனவளவைக் கொள்ளும் கலவை வாயுக்களின் மொத்த அழுக்கத்தைக் காண்பதற்கு இவ்விதி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது பின்வருமாறு கூறப்படுகிறது.

‘ஒரு மூடிய கனவளவினுள் ஒன்றுடன் ஒன்று தாக்கமுறாத ஒரு கலவை வாயுக்கள் இருப்பின் கலவையினால் பிரயோகிக்கப்பட்ட மொத்த அழுக்கமானது ஒவ்வொரு வாயுவினாலும் அல்லது ஆவியினாலும் பிரயோகிக்கப்பட்ட பகுதி அழுக்கங்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும்.’

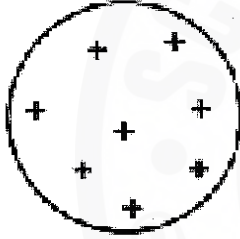
ஒரு கலவையிலுள்ள வாயு ஒன்றினால் பிரயோகிக்கப்பட்ட பகுதியழுக்கமானது மாறா வெப்பநிலையில் முழுக் கனவளவையும் அவ் வாயு தனியே நிரப்பும்போது அதனால் பிரயோகிக்கப்பட்ட அழுக்கமாகும்.

தாற்றனின் பகுதியழுக்க விதியைப் பின்வருமாறு விபரிக்கலாம்.



V - கனவளவு
t - வெப்பநிலை
உரு 3.8

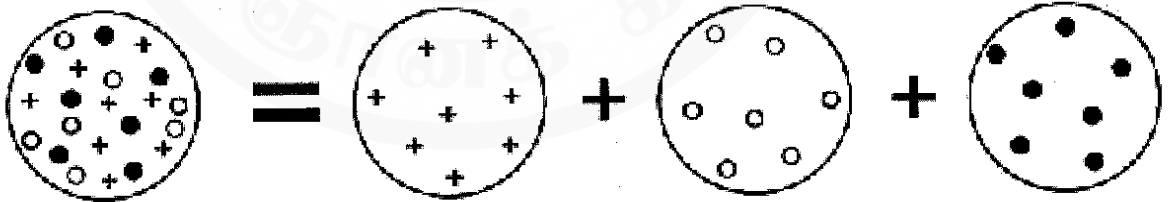
3 கூறுகள் +, o மற்றும் • ஐ கொண்ட வாயுத்திணிவொன்று மூடிய கனவளவு V யினுள் அடக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுக. கூறு + இனால் பிரயோகிக்கப்பட்ட பகுதியழுக்கம் கீழுள்ள படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



V - கனவளவு
T - வெப்பநிலை
உரு 3.9

இங்கு + என்ற கூறு முழுக்கனவளவு V ஐ கொள்ளும் போது பிரயோகிக்கப்படும் அழுக்கத்தைக் காட்டுகிறது. இது + இன் பகுதி அழுக்கமாகும்.

இதே போல் தாற்றனின் பகுதியழுக்கவிதியைக் கீழுள்ள படத்தின் மூலம் விளக்கலாம்.



மொத்த அழுக்கம்

+ கூறினது
பகுதியழுக்கம் P_+

o கூறினது
பகுதியழுக்கம் P_o

• கூறினது
பகுதியழுக்கம் $P_•$

உரு 3.10

கூறுகள் A, B, C எனப் பெயரிடப்படிள்

$$P = P_A + P_B + P_C$$

இங்கு

- P - கலவையின் மொத்த அழுக்கம்
 P_A - கூறு A யின் பகுதியழுக்கம்
 P_B - கூறு B யின் பகுதியழுக்கம்
 P_C - கூறு C யின் பகுதியழுக்கம்.

வாயுக்களின் இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கை

வாயுக்களின் இயக்கப்பாட்டு மூலக்கூற்றுக் கொள்கையில், வாயுக்களின் நுண்ணிய இயல்புகளை பயன்படுத்தி அழுக்கத்திற்கும் கனவளவுக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு கட்டியெழுப்பப்படுகிறது.

கீழே தரப்பட்டுள்ள கருது கோள்களின் அடிப்படையில் இக்கொள்கை உருவாக்கப் பட்டுள்ளது.

1. வாயு மூலக்கூறுகள் பூரண மீள் தன்மையுள்ள கோளங்களைப் போல் நடந்துகொள்ளும்.
2. வாயுவைக்கொள்ளும் கொள்கலனின் கனவளவுடன் ஒப்பிடும் போது, வாயு மூலக்கூறுகளின் கனவளவு புறக்கணிக்கத்தக்கது.
3. வாயு மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயுள்ள கவர்ச்சி விசை புறக்கணிக்கத்தக்களவுக்கு சிறிதாகும்.
4. கொள்கலனின் சுவருடன் மூலக்கூறு ஒன்று மோதுகைக்கு எடுக்கும் நேரம், மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலுள்ள இரண்டு மோதுகைகளுக்கு இடைப்பட்ட நேரத்ததுடன் ஒப்பிடுகையில் புறக்கணிக்கத்தக்களவு சிறிதாகும்.

மூலக்கூறுகள், கொள்கலனின் சுவருடன் மோதுகையினால் பெறப்படும் உந்தமாற்றத்தினால் ஏற்படும் விசையைக் கருத்திற் கொண்டு இக்கொள்கையில் கீழுள்ள தொடர்பு பெறப்பட்டது.

$$PV = \frac{1}{3} mN\bar{c}^2$$

இங்கு

P - வாயுவின் அழுக்கம்

V - வாயுவின் கனவளவு

m - வாயு மூலக்கூறு ஒன்றின் திணிவு

N - மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை

\bar{c}^2 - மூலக்கூறுகளின் இடைவர்க்கக்கதி

(வாயுக்களின் இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கையானது ஜேம்ஸ் கிளார்க் மக்ஸ்வெல் என்பவரால் 1860 ஆம் ஆண்டில் முன்வைக்கப்பட்டது)

இடை வர்க்க கதியும் இடை வர்க்கமூலக் கதியும்

எந்த ஒரு வெப்பநிலையிலும் வாயு ஒன்றின் மூலக்கூறுகளின் கதிகள் ஒன்றுக்கொன்று சமமல்ல. இது அவற்றின் மோதலின் போது ஏற்படும் மாற்றம் காரணமாக ஏற்படுவதாகும்.

$c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ என்பன வாயு ஒன்றின் மூலக்கூறுகளின் வேகங்களாயின்

$$\text{இடைவர்க்கக் கதி } \bar{c}^2 = \frac{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + \dots + c_n^2}{n}$$

$$\text{இடைவர்க்க மூலக்கதி} = \sqrt{\bar{c}^2}$$

$$\text{வாயுவின் மொத்தத் திணிவு} = Nm$$

$$\text{எனவே அடர்த்தி } \rho = \frac{Nm}{V}$$

இடைவர்க்கக் கதி எனப்படுவது (\bar{c}^2) எனப்படுவது மூலக்கூறுகளின் கதிகளினது வர்க்கங்களினது இடைப்பெறுமானத்தைக் குறிப்பிடுகிறது. இடைவர்க்க மூலக்கதி (இடைவர்க்க மூல வேகம்) எனப்படுவது \bar{c} இனது வர்க்கமூலத்திலிருந்து பெறப்படுவதாகும்.

$$\rho = \frac{Nm}{V} \text{ இலிருந்து}$$

$$p = \frac{1}{3} \frac{mN}{V} \overline{c^2}$$

$$p = \frac{1}{3} \rho \overline{c^2}$$

$$\therefore \boxed{\overline{c^2} = \frac{3p}{\rho}}$$

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம்

1. தரப்பட்ட வெப்பநிலையில், 10^5 Pa அழுக்கத்தில் பலூன் ஒன்று 0.09 kg m^{-3} அடர்த்தியுள்ள வாயுவினால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. இவ்வெப்பநிலையில் ஐதரசனின் இடை வர்க்க மூல வேகம் யாது?

$$\overline{c^2} = \frac{3p}{\rho}$$

$$\sqrt{\overline{c^2}} = \sqrt{\frac{3 \times 10^5}{0.09}} = 1.8 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$$

வெப்பநிலைக்கும் இடைவர்க்கமூல வேகத்திற்கும் இடையில் உள்ள தொடர்பு (r.m.s)

$$pV = \frac{1}{3} mN \overline{c^2} = nRT$$

ஆகிய சமன்பாடுகளைக் கருதுக.

$$pV = nRT$$

$$\frac{1}{3} mN \overline{c^2} = nRT$$

மூல்களின் எண்ணிக்கை $= n = \frac{Nm}{M}$ இங்கு M - வாயுவின் மூலர்த் திணிவு

$$\therefore \frac{1}{3} mN \overline{c^2} = \frac{Nm}{M} RT$$

$$\therefore \frac{1}{3} M \overline{c^2} = RT$$

$$\overline{c^2} = \frac{3RT}{M}$$

$$\boxed{\sqrt{\overline{c^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}}$$

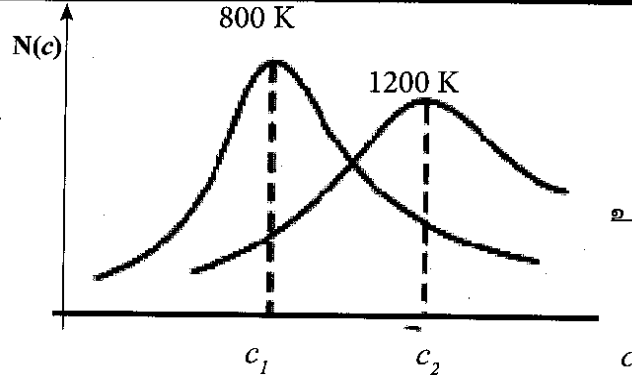
எனவே

$$(1) \quad M - \text{ மாறிலியாயின் r.m.s கதி } \propto \sqrt{T}$$

$$(2) \quad T - \text{ மாறிலியாயின் r.m.s கதி } \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$$

வாயு ஒன்றின் மூலக் கூற்றுக் கதிகளின் பரம்பல்

தரப்பட்ட வெப்பநிலை ஒன்றில் வெளிப்படுத்தப்பட்ட பரிசோதனை முடிவுகளின் அடிப்படையில் வாயு ஒன்றின் மூலக்கூறுகளின் கதிகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றது வேறானதாகவும்: குறிப்பிட்ட கதியைப் பற்றிப் பரந்திருப்பதாகவும் இருக்கும். கீழேயுள்ள வரைபில் இப்பெறுபேறு காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 4.1

இந்த வரைபில் C ஆனது மூலக்கூற்றின் கதியையும் $N(c)$ ஆனது குறித்த கதியையுடைய மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையையும் குறிக்கின்றது.

800Kஇல் பெரும்பாலான மூலக்கூறுகளின் கதி C_1 ஆகும். 1200Kஇல் பெரும்பாலான மூலக்கூறுகளின் கதி C_2 ஆகும். வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது வாயு மூலக்கூறுகளின் மிகச்சாத்தியமான கதியும் அதிகரிப்பதனால் வாயு மூலக்கூறுகளின் இடைக்கதி, இடைவர்க்கமூலக்கதி என்பனவும் அதிகரிப்பது தெளிவாகின்றது.

தீர்க்கப்பட்ட உதாரணம்

300 K வெப்பநிலையிலும் $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ அழுக்கத்திலும் ஹீலியத்தின் வாயுத்திணிவு ஒன்றின் கனவளவு 0.04 m^3 . பின்வருவனவற்றைக் கணிக்க (ஹீலியம், ஐதரசனின் சார்பு மூலக்கூற்றுத் திணிவுகள் 4, 2 ஆகும். மூலர்வாயுமாறிலி $8.2 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

- ஹீலியம் வாயுவின் திணிவு.
- ஹீலியம் வாயு மூலக்கூறுகளின் இடைவர்க்க மூலக்கதி.
- மாறா அழுக்கத்தில் இவ்வாயுவின் வெப்பநிலையை 432 Kக்கு, உயர்த்தப்பட்டால் இதன் மூலக்கூறுகளின் இடைவர்க்க மூலக்கதி.
- 432 K இல் ஐதரசன் மூலக்கூறுகளின் இடைவர்க்க மூலக்கதி.

தீர்வு :- ஹீலியம் வாயு மூல்களின் எண்ணிக்கை n என்க.

$$(i) \quad pV = nRT \text{ யிலிருந்து } n = \frac{pV}{RT} = \frac{2 \times 10^5 \times 0.04}{8.31 \times 300} = 3.2$$

$$\therefore \quad \text{ஹீலியம் வாயுவின் திணிவு} = 3.2 \times 4 = 12.8 \text{ g}$$

$$(ii) \quad \text{ஹீலியம் வாயுவின் அடர்த்தி } \rho_{\text{He}} = \frac{\text{திணிவு}}{\text{கனவளவு}}$$

$$= \frac{12.8 \times 10^{-3}}{0.04}$$

$$= 0.32 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\therefore \quad \text{ஹீலியத்தின் r.m.s கதி } C_H = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 2 \times 10^5}{0.32}}$$

$$= 1369 \text{ ms}^{-1}$$

(iii) r.m.s கதி $\propto \sqrt{T}$ ஆதலினால்

$$\frac{c_{He}}{1369} = \sqrt{\frac{432}{300}} = \sqrt{1.44} = 1.2$$

$$\therefore c_{He} = 1.2 \times 1369 = \underline{\underline{1643 \text{ m s}^{-1}}}$$

\therefore 432 K வெப்பநிலையில் ஹீலியத்தின்

$$\text{r.m.s கதி} = 1643 \text{ ms}^{-1}$$

(iv) ஐதரசன் வாயுவின் மூலர் திணிவு $\frac{2}{4}$ $\frac{1}{2}$
ஹீலியம் வாயுவின் மூலர் திணிவு

குறித்த வெப்பநிலையில் r.m.s கதி $\propto \frac{1}{\sqrt{M}}$

432K வெப்பநிலையில் ஐதரசன் வாயுவின் r.m.s கதி C_H ஆயின்

$$\frac{c_H}{c_{He}} = \sqrt{\frac{M_{He}}{M_H}} = \sqrt{\frac{4}{2}} = \sqrt{2}$$

$$\frac{c_H}{\sqrt{1643}} = \sqrt{2}$$

$$\therefore c_H = \sqrt{2} \times \sqrt{1643} = \underline{\underline{2324 \text{ m s}^{-1}}}$$

வெப்பப் பரிமாற்றம்

வெப்பமும் சக்தி இடமாற்றமும்

சூடான பொருள் ஒன்றைக் குளிரான பொருள் ஒன்றுடன் தொடுகையில் வைத்தால், சூடான பொருள் குளிர்வடைந்து அகச்சக்தியை இழக்கும், அதே வேளை குளிரான பொருள் சூடாக்கப்பட்டு அகச்சக்தியைப் பெறும். இடமாற்றப்பட்ட சக்தி, வெப்பம் எனப்படும். ஆகவே உயர்வெப்பநிலையிலுள்ள பொருள் ஒன்றில் இருந்து குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளுக்கு வெப்பசக்தி இடமாற்றமடையும்.

இயக்கப்பாட்டு கொள்கையின்படி, திண்மம் ஒன்றில் உள்ள அணுக்கள் தமது சமனிலைத்தானம் பற்றி அங்கும் இங்குமாக அலையும். இவ்வதிர்வு காரணமாக திண்மங்களுக்கு அகச்சக்தி யிருக்கம். திரவியமானது சூடாக இருக்குமாயின் அணுக்கள் விரைவாக அசையும். அதனால் பொருள் கூடிய அகச்சக்தியை வைத்திருக்கும் சூடான பொருட்கள் உயர் வெப்பநிலைகளை கொண்டவை. ஆகவே பொருள் ஒன்றின் வெப்பநிலையானது அதனுள் இருக்கும் அகச்சக்தியின் அளவீடாகும்.

பொருள் ஒன்றின் வெப்பக்கொள்வளவு (C)

பொருள் ஒன்றின் வெப்பநிலையை 1°C யினூடு அதிகரிப்பதற்குக் கொடுக்க வேண்டிய வெப்பக்கணியம் அதன் வெப்பக்கொள்ளளவு என வரையறுக்கப்படும்.

பொருள் ஒன்றுக்கு Q என்ற வெப்பக்கணியத்தைக் கொடுக்கும்போது அதன் வெப்பநிலை θ இனூடு உயருமாயின், பொருளின் வெப்பநிலையை 1K இனூடு உயர்த்தத் தேவையான வெப்பக் கணியம் $= \frac{Q}{\theta} = C$

$$\therefore C = \frac{Q}{\theta}$$

வெப்பக் கொள்ளளவின் அலகு J K^{-1} ஆகும். மேலுள்ள சமன்பாட்டைப் பொருள் ஒன்று பெறும் அல்லது இழக்கும் வெப்பத்தின் அளவைக் காண்பதற்காகப் பயன்படுத்தலாம்.

$$Q = C\theta$$

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம் :- செப்புத்தாங்கி ஒன்றின் வெப்பக்கொள்ளளவு 320 J K^{-1} பொருளின் வெப்பநிலையை 40°C யினூடு உயர்த்துவதற்கு கொடுக்க வேண்டிய வெப்பத்தின் அளவு யாது?

$$C = 320 \text{ J K}^{-1}, \theta = 40^\circ\text{C} = 40\text{K} \quad (1^\circ\text{C வித்தியாசம்} = 1\text{K வித்தியாசம்})$$

$$Q = C\theta = 320 \times 40 = 12800 \text{ J} = \underline{12.8 \text{ kJ}}$$

பதார்த்தம் ஒன்றின் தன் வெப்பக் கொள்ளளவு (c)

ஒரலகு திணிவுள்ள பதார்த்தம் ஒன்றின் வெப்பநிலையை 1°C (1K) இனூடு உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவானது அப்பதார்த்தத்தின் தன்வெப்பக்கொள்ளளவு என வரையறுக்கப்படும்.

m திணிவுள்ள பொருளின் வெப்பநிலையை θ இனூடு உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பக் கணியம் Q ஆயின் m திணிவை வெப்பநிலை θ இனூடு உயர்த்தத் தேவையான வெப்பக்கணியம் = Q

$$\therefore 1\text{kg திணிவை வெப்பநிலை } \theta \text{ இனூடு உயரந்த தேவையான வெப்பக்கணியம்} = \frac{Q}{m\theta}$$

தன்வெப்ப கொள்ளளவின் அலகு $\text{J kg}^{-1}\text{C}^{-1}$ ($\text{J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$)

பொருள் ஒன்றிலிருந்து இடமாற்றப்பட்ட வெப்பக்கணியத்தைக் கணிப்பதற்குக் கீழுள்ள சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம்.

$$Q = mc\theta$$

வெப்பக்கொள்ளளவிற்கும் தன் வெப்பக் கொள்ளளவிற்கும் இடையிலுள்ள தொடர்பு

பொருள் ஒன்றின் வெப்பக் கொள்ளளவு C என்க. இப்பொருளின் வெப்பநிலையை θ ஆல் உயர்த்துவதற்கு தேவையான வெப்பக்கணியம் Q என்க.

$$\text{எனவே } Q = C\theta$$

பொருளின் தன்வெப்பக்கொள்ளளவு C ஆயின் அத்துடன் அதன் திணிவு m ஆயின்

$$Q = mc\theta$$

மேலுள்ள இரண்டு சமன்பாட்டிலிருந்து

$$C = mc$$

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம்

50 g திணிவுள்ள செப்புக் கலோரிமானி ஒன்றினுள் 20°C யில் 100g நீருள்ளது. வெப்பநிலை 60°C க்கு உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பக்கணியம் யாது?

$$\text{செம்பின் தன் வெப்பக்கொள்ளளவு} = 390 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$\text{நீரின் தன் வெப்பக்கொள்ளளவு} = 4200 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

தேவையான வெப்பக்கணியம்

$$Q = (m_{Cu}c_{Cu} + m_w c_w)(\theta_2 - \theta_1)$$

$$= \left(\frac{50}{1000} \times 390 + \frac{100}{1000} \times 4200 \right) (60 - 20) = (19.5 + 420) \times 40 = \underline{\underline{17,580 \text{ J}}}$$

வெப்பப்பரிமாற்றம்

சூடான பொருள் ஒன்றை குளிரான பொருள் ஒன்றுடன் வெப்பத்தொடுகையில் வைக்கும்போது, சூடான பொருளிலிருந்துத குளிரான பொருளுக்கு இறுதியாக அவை ஒரே வெப்பநிலையை அடையும் வரை வெப்பம் பாயும்.

வெப்பப்பரிமாற்றத் தத்துவப்படி

சூழலுக்கு இழக்கப்பட்ட வெப்பம் புறக்கணிக்கத்தக்கதாக இருப்பின்,

சூடான பொருளிலிருந்து இழக்கப்பட்ட வெப்பம் = குளிரான பொருள்பெற்ற வெப்பம்.

உ + ம :- 50 g திணிவுள்ள இரும்புத்துண்டொன்று 100 °C க்கு வெப்பமாக்கப்பட்ட 420 J K⁻¹ வெப்பக் கொள்ளளவைக் கொண்ட தாங்கி ஒன்றினுள் உள்ள 20 °C யிலுள்ள 100 g நீரினுள் இடப்பட்டது. இறுதி வெப்பநிலையைக் காண்க.

இரும்பின் தன் வெப்பக் கொள்ளளவு = 120 J kg⁻¹ K⁻¹

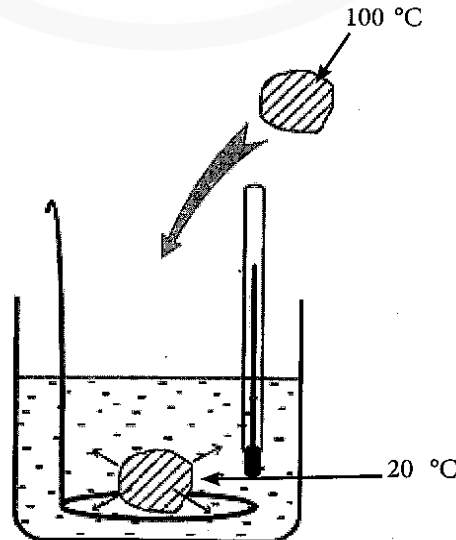
நீரின் தன் வெப்பக் கொள்ளளவு = 4200 J kg⁻¹ K⁻¹

நீரின் ஆரம்ப வெப்பநிலை = 20 °C

சூழலுக்கு இழக்கப்பட்ட வெப்பத்தைப் புறக்கணிப்பின்

இரும்புத்துண்டினால் இழக்கப்பட்ட வெப்பம் = நீர் பெற்ற வெப்பம் + தாங்கி பெற்ற வெப்பம்

$$\begin{aligned} \frac{50}{1000} \times 120 \times (100 - \theta) &= \left(\frac{100}{1000} \times 4200 + 420 \right) (\theta - 20) \\ 6 \times (100 - \theta) &= (420 + 420) (\theta - 20) \\ 600 - 6\theta &= 840\theta - 840 \times 20 \\ 600 + 16800 &= 846\theta \\ \theta &= \frac{17400}{846} = \underline{\underline{20.57 \text{ } ^\circ\text{C}}} \end{aligned}$$



வாயுவின் மூலர் வெப்பக் கொள்ளளவு

வாயுவின் வெப்பநிலை மாற்றமானது அழுக்கம், கனவளவு மாற்றங்களுடன் சம்மந்தப்பட்டது. ஒரு நேரத்தில் அழுக்கம் அல்லது கனவளவு இவற்றில் ஏதாவது ஒன்றை மாறிலியாக வைக்கும்போது வாயுவிற்கு இரண்டு மூலர் வெப்பக் கொள்ளளவு வரைவிலக்கணப்படுத்தப்படும்.

மாறா அழுக்கத்தில் வாயுவின் மூலர் வெப்பக் கொள்ளளவு(C_p)

மாறா அழுக்கத்தில் ஒரு மூல் வாயுவின் வெப்பநிலையை ஒரு அலகு உயர்த்துவதற்கு தேவைப்படும் வெப்பக் கணியமாகும்.

மாறா கனவளவில் வாயுவின் மூலர் வெப்பக் கொள்ளளவு(C_v)

மாறா கனவளவில் ஒரு மூல் வாயுவின் வெப்பநிலையை ஒரு அலகு உயர்த்துவதற்கு தேவைப்படும் வெப்பக் கணியமாகும்.

வாயுவொன்று மாறா அழுக்கத்தில் வெப்பமாக்கப்படும்போது அது விரிவடையும். வழங்கப்படும் வெப்பத்தில் ஒரு பகுதி பிரத்தியேக வேலை செய்வதற்கும் பயன்படும். எனவே வழங்கப்படும் வெப்பத்தின் முழு அளவு வெப்பநிலை அதிகரிப்புக்கு பயன்படுத்தப்படமாட்டாது. ஆனால் மாறா கனவளவில் வெப்பமாக்கப்படும்போது வழங்கப்படும் வெப்பத்தின் முழு அளவும் வெப்பநிலை அதிகரிப்பிற்கே பயன்படும். இதிலிருந்து மாறா அழுக்கத்தில் ஒரு மூல் வாயுவை ஒரு அலகு வெப்பநிலையால் உயர்த்துவதற்கு தேவையான வெப்பத்தின் அளவு, மாறாக கனவளவில் ஒரு மூல் வாயுவை ஒரு அலகு வெப்பநிலையால் உயர்த்துவதற்கு தேவையான வெப்பத்தின் அளவிலும் பெரிதாகும். எனவே C_p பெரிது C_v ஆகும்.

வாயுக்களுக்கு $\frac{C_p}{C_v}$ விகிதமானது γ இனால் குறிக்கப்படும். இது வாயுவின் அணுப்பேற்றுத் தன்மையில் தங்கியுள்ளது. இது ஏனென்றால் ஒரு மூலக்கூறானது ஒன்றிலும் கூடவாக அணுவைக் கொண்டிருக்கும்போது பெயர்வு இயக்கச்சக்திக்கு மேலதிகமாக சுழற்சி இயக்க சக்தியும் இருப்பதாலாகும்.

கீழே காட்டப்பட்ட அட்டவணையானது வாயுவின் அணுப்பேற்றுத் தன்மைக்குரிய பெறுமானங்களை காட்டுகிறது.

அணுப்பேற்றுத் தன்மை	γ
ஓரணு	1.67
ஈரணு	1.40
பல்லணு	1.33

நியூட்டனின் குளிரல் விதி

பொருளின் வெப்ப இழப்பு வீதமானது பொருளானது வலிந்த மேற்காவுகையின் கீழ் குளிரும்போது அப்பொருளின் வெப்பநிலைக்கும் சுற்றாடலின் வெப்பநிலைக்கும் இடையிலுள்ள வித்தியாசத்திற்கு நேர்விகித சமனாகும்.

$$\frac{dQ}{dt} \propto (\theta - \theta_R) \quad \text{இங்கு } \frac{dQ}{dt} = \text{வெப்ப இழப்பு வீதம்}$$

$$\theta = \text{பொருளின் வெப்பநிலை}$$

θ_R = சுற்றாடலின் வெப்பநிலை

பொருள் ஒன்றின் வெப்ப இழப்பானது சுற்றாடலுக்கு வெளிக்காட்டப்பட்ட பரப்பளவிலும், பரப்பின் தன்மையிலும் தங்கியுள்ளது.

எனவே
$$\frac{dQ}{dt} \propto (\theta - \theta_R)$$

$$\frac{dQ}{dt} = k.A (\theta - \theta_R) \quad \text{————— (i)}$$

இங்கு A - சூழலுக்கு வெளிக்காட்டப்பட்ட மேற்பரப்பு

k - மாறிலி, இது மேற்பரப்பின் தன்மையில் தங்கியுள்ளது..

இவ்விதியானது இயற்கை மேற்காவுகையின் கீழ் குளிரும் பொருட்களுக்கு மேலதிக வெப்பநிலை 30°C யிலும் மேற்படாத பொருளுக்கு அண்ணளவாக செல்லுபடியாகும். (உதாரணமாக நிலைத்த வளியில் குளிருதல்)

$$\frac{dQ}{dt} = mc \frac{d\theta}{dt} \quad \text{———— (ii) (குறித்த பொருளுக்கு m, c மாறிலியாகும்)}$$

சமன்பாடுகள் (i), (ii) இலிருந்து

$$\begin{aligned} KA (\theta - \theta_R) &= mc \frac{d\theta}{dt} \\ \frac{dQ}{dt} &= \frac{kA}{mc} (\theta - \theta_R) \\ &= K (\theta - \theta_R) \end{aligned}$$

இங்கு $\frac{kA}{mc} = K$ (இது A, m, c, k என்பவற்றில் தங்கியுள்ளது)

(k ஆனது மேற்பரப்பில் தன்மையில் தங்கியுள்ளது)

அத்தியாயம் - 6

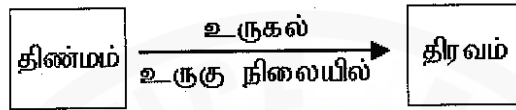
நிலை மாற்றம்

எல்லாப் பதார்த்தங்களும் திண்மம், திரவம் அல்லது வாயு நிலையிலிருக்கும். மேலும் திண்மத்திலிருந்து திரவத்திற்கு அல்லது திரவத்திலிருந்து வாயுவிற்கு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் நிலை மாற்றம் அடையும். இந்த நிலை மாற்றமானது எதிரான திசையிலும் நடைபெறும். இவ்வாறான மாற்றங்கள் நிலை மாற்றம் எனப்படும்.

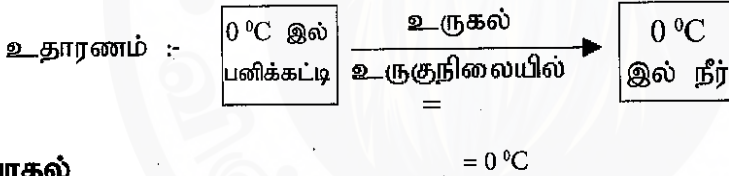
உதாரணம் :- பனிக்கட்டி, நீராக மாறுதலும் நீரானது ஆவியாக மாறுதலும்.

உருகல்

திண்மத்திலிருந்து திரவத்திற்கு மாற்ற மடைதல் “உருகல்” எனப்படும். இம்மாற்றம் நடைபெறும் வெப்பநிலை “உருகுநிலை” எனப்படும்.

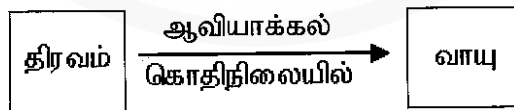


- இம்மாற்றம் நடைபெறும் காலம் முழுவதும் இச் செயல்முறைக்கு வெப்பசக்தி உறிஞ்சப்படும். வெப்பசக்தி உறிஞ்சப்பட்டாலும் வெப்பநிலை அதிகரிப்பு ஏற்படாது.
- திண்மம் ஒன்று திரவமாக மாறும் பொழுது உறிஞ்சப்படும் வெப்பசக்தி, உருகலின் மறைவெப்பம் எனப்படும்.



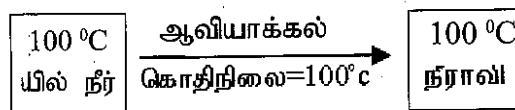
ஆவியாதல்

திரவத்திலிருந்து வாயுவிற்கு மாற்றமடைதல் ஆவியாதல் எனப்படும். இம்மாற்றம் நடைபெற்றும் மாறாத வெப்பநிலை கொதிநிலை எனப்படும்.



- வெப்பநிலை மாறாவிட்டாலும் இச் செயல்முறையின் போதும் வெப்பசக்தி உறிஞ்சப்படும். இவ்வெப்பமும் மறைவெப்பமாகவே கருதப்படும். இது “ஆவியாதலின் மறைவெப்பம்” எனப்படும்.

உதாரணம்:-



திண்மம் ஒன்றின் உருகலின் தன் மறை வெப்பம் (I)

1 kg திணிவுள்ள பதார்த்தத்தைத் திண்ம நிலையிலிருந்து வெப்பநிலை மாறாமல் (அதன் உருகுநிலையில்) திரவமாக மாற்றுவதற்கு தேவையான வெப்பச்சக்தி, அப்பதார்த்தத்தின் உருகலின் தன் மறை வெப்பம் என வரையறுக்கப்படும்.

m திணிவுள்ள திண்மத்தை அதன் உருகுநிலையில் திரவமாக மாற்றுவதற்குத் தேவையான வெப்பக்கணியம் Q ஆயின்

$$\text{உருகலின் தன் மறைவெப்பம்} = \frac{Q}{m} = l$$

உருகலின் தன்மறைவெப்பத்தின் அலகு J Kg^{-1}

$$Q = ml$$

உதாரணம்:- பனிக்கட்டியின் உருகலின் தன் மறைவெப்பம் $= 3.36 \times 10^5 \text{ J Kg}^{-1}$

இது வெளிப்படுத்துவது யாதெனில் 0°C யிலுள்ள 1kg பனிக்கட்டியை 0°C யிலுள்ள நீராக மாற்ற $3.36 \times 10^5 \text{ J}$ சக்தி தேவையென்பதாகும்.

திரவம் ஒன்றின் ஆவியாதலின் தன்மறைவெப்பம் (L)

1kg திணிவுள்ள பதார்த்தத்தைத் திரவநிலையிலிருந்து வெப்பநிலைமாறாமல் (அதன் கொதிநிலையில்) ஆவிநிலைக்கு மாற்றுவதற்குத் தேவையான வெப்பச்சக்தி, அப்பதார்த்தத்தின் ஆவியாதலின் தன் மறை வெப்பம் எனப்படும். திணிவுள்ள திண்மத்தை அதன் கொதிநிலையில் திரவமாக மாற்றுவதற்கு கொடுக்க வேண்டிய வெப்பக்கணியம் Q ஆயின்,

$$\text{ஆவியாதலின் தன் மறைவெப்பம்} = \frac{m}{Q} = L$$

ஆவியாதலின் தன் மறைவெப்பத்தின் அலகு J kg^{-1}

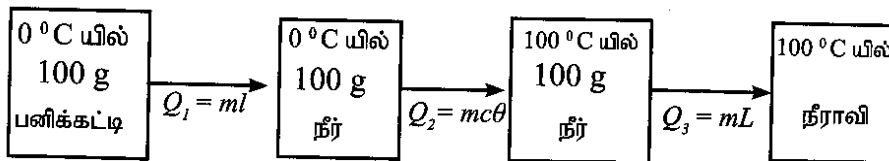
$$Q = mL$$

உதாரணம் :- நீரின் ஆவியாதலின் தன் மறை வெப்பம் $L = 2.24 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$ இதன் கருத்து யாதெனில் 100°C யிலுள்ள 1kg நீரை 100°C யில் நீராவியாக மாற்றுவதற்கு $2.24 \times 10^6 \text{ J}$ சக்தி தேவைப்படுகின்றதென்பாகும்.

பனிக்கட்டியின் உருகலின் தன்மறை வெப்பம் $= 3.36 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$

நீரின் ஆவியாதலின் மறைவெப்பம் $= 2.24 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$

நீரின் தன் வெப்பக் கொள்ளளவு $= 4200 \text{ J kg}^{-1}$

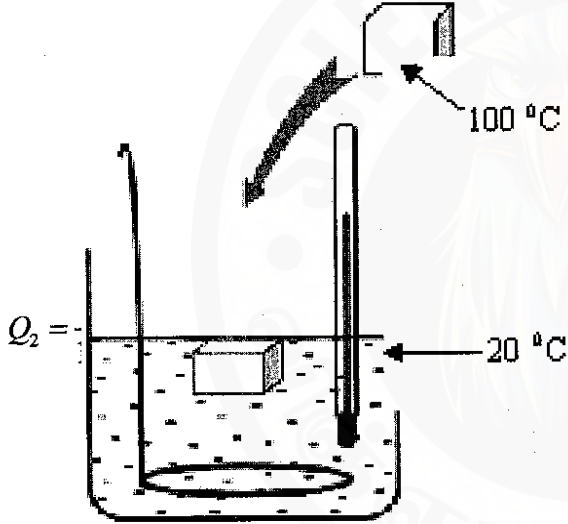


$$\begin{aligned} \text{தேவையான வெப்பக்கணியம்} &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ &= 0.1 \times 3.36 \times 10^5 + 0.1 \times 4200 \times 100 + 0.1 \times 2.24 \times 10^6 \\ &= 3.36 \times 10^4 + 4.2 \times 10^4 + 22.4 \times 10^4 \\ &= 29.96 \times 10^4 \\ &= 3.0 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

உதாரணம் :- 20 °Cயில் 100g நீரைக் கொண்டுள்ள கலோரிமானி ஒன்றினுள் 0 °C யிலுள்ள 40 g பனிக்கட்டி இடப்பட்டது. தொகுதியின் இறுதி வெப்பநிலையைக் காண்க. கொள்கலனினது வெப்பக்கொள்ளளவு = 320 J K⁻¹
பனிக்கட்டியின் உருகலின் தன்மறை வெப்பம் = 3.36 x 10⁵ J K⁻¹
நீரின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவு = 4200 J kg⁻¹ K⁻¹

சூழலுடனான வெப்ப இடமாற்றம் புறக்கணிக்கத் தக்கதால், கொள்கலனினால் வழங்கப்பட்ட வெப்பம் + நீரினால் வழங்கப்பட்ட வெப்பம் = பனிக்கட்டி பெற்ற வெப்பம்

0 °C யிலுள்ள முழுப் பனிக்கட்டியும் உருகும்போது, நீரானது 0 °C ஐ அடையமாட்டாது என்பது முதலாவதாகக் காட்டப்படவேண்டும்.



உரு 6.1

$$\text{பனிக்கட்டி பெற்ற வெப்பம் } Q_1 = (320 + \frac{100}{1000} \times 4200) (20-0) = 14800 \text{ J}$$

நீரால் விடுவிக்கப்பட்ட வெப்பம்

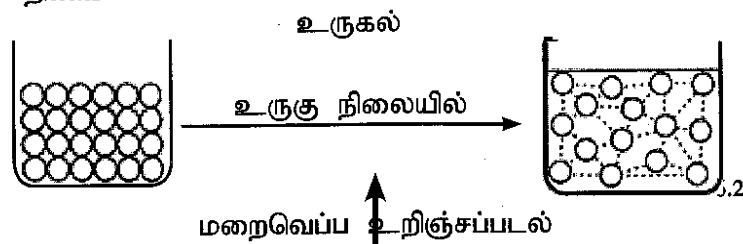
இங்கு $Q_2 < Q_1$ ஆதலினால், நீரானது 0 °C ஐ அடைய மாட்டாது.

$$\begin{aligned} \left(320 + \frac{100}{1000} \times 4200\right)(20 - \theta) &= \frac{40}{1000} \times 3.36 \times 10^5 + \frac{40}{1000} \times 4200 \times (\theta - 0) \\ 740(20 - \theta) &= 40 \times 336 + 168 \times \theta \\ \theta &= \frac{1360}{908} = \underline{1.5 \text{ } ^\circ\text{C}} \end{aligned}$$

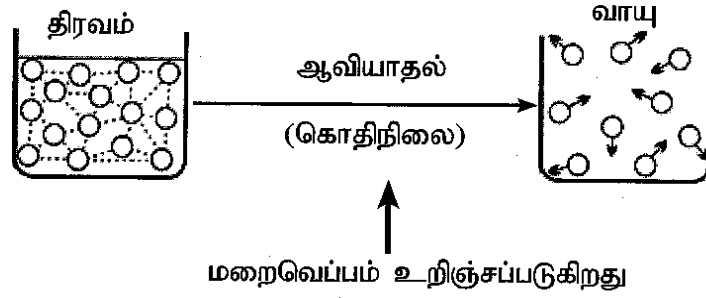
மறை வெப்பம்

திண்மம் ஒன்று திண்ம

திரவம்

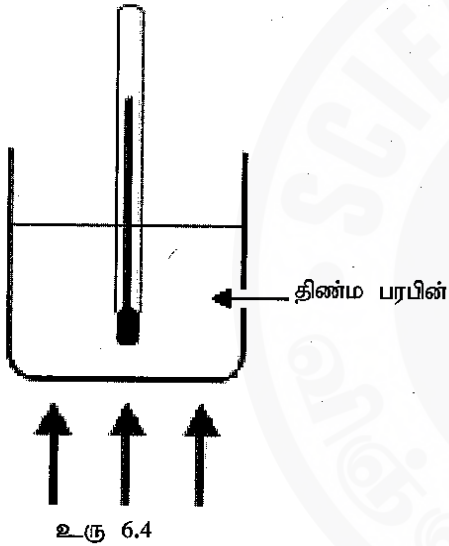


இங்கு நெருக்கமாகப் பொதியிடப்பட்டுள்ள திண்ம மூலக்கூறுகள் திரவ நிலைக்கு மாறும் போது அவற்றிற்கிடையிலுள்ள கவர்ச்சி விசைகள் அகற்றப்படுவதுடன் அப்பால் நகரவும் செய்யப்படுகின்றன. கனவளவு அதிகரிப்பதனால் மேலதிக வேலை செய்யப்படுகிறது. ஆவியாதலின் மறை வெப்பத்தையும் இதே வழியில் விளக்கலாம்.

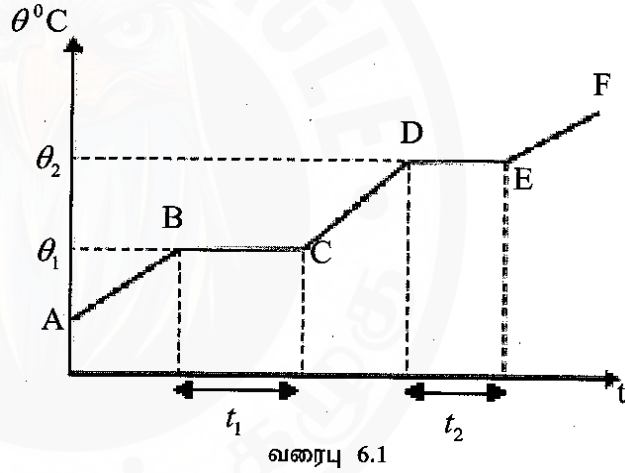


உரு 6.3

இங்கு (வகையில்), மூலக்கூறுகளுக்கிடையில் உள்ள பிணைப்புகளை உடைப்பதற்கு வெப்பம் உறிஞ்சப்படுகிறது. இதற்கு மேலதிகமாக உறிஞ்சப்பட்ட வெப்பமானது, கனவளவை அதிகரிக்க உபயோகிக்கப்படுகிறது. திண்மப் பதார்த்தமொன்றிற்கு சீரான வீதத்தில் வழங்கப்படும் சந்தர்ப்பம் ஒன்றைக் கருதுக.



உரு 6.4



வரைபு 6.1

வெப்பநிலை நேர வரைபு.

வரைபில்

θ_1 - உருகுநிலை

θ_2 - கொதிநிலை

AB - திண்மநிலையில் வெப்பமாக்கல்

BC - உருகல் நிலைமாற்றம்

DC - திரவ நிலையில் வெப்பமாக்கல்

DE - ஆவியாதல் நிலைமாற்றம்

EF - ஆவி நிலையில் வெப்பமாக்கல்

A 1 → வெப்பம் உறிஞ்சப்படும் வீதம்

$$\rightarrow \left(\frac{Q}{t} \right) = mc_{\text{தன்மம்}} \left(\frac{\theta}{t} \right)_{AB}$$

AB இன் படித்திறன்

B 1 → வெப்பம் உறிஞ்சப்படும் வீதம்

$$\rightarrow \left(\frac{Q}{t} \right) = \frac{ml}{t_1}$$

C 1 → வெப்பம் உறிஞ்சப்படும் வீதம்

$$\rightarrow \left(\frac{Q}{t} \right) = mc_{\text{திரவம்}} \left(\frac{\theta}{t} \right)_{CD}$$

CD இன் படித்திறன்

D 1 → வெப்பம் உறிஞ்சப்படும் வீதம்

$$\rightarrow \left(\frac{Q}{t} \right) = \frac{mL}{t_2}$$

மேலுள்ள நான்கு சமன்பாடுகளிலிருந்து

$$mc_{\text{தன்மம்}} \left(\frac{\theta}{t} \right)_{AB} = \frac{ml}{t_1}$$

$$mc_{\text{திரவம்}} \left(\frac{\theta}{t} \right)_{CD} = \frac{mL}{t_2}$$

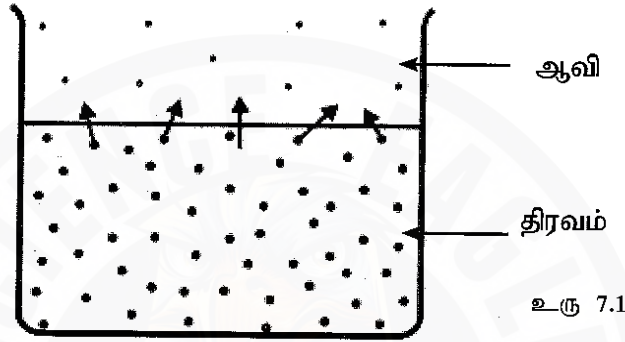
மேலுள்ள இரண்டு சமன்பாடுகளிலிருந்து l, L ஐக் காணலாம்.

அத்தியாயம் - 7

ஆவியும் ஈர்ப்பதனியலும்

எந்த ஒரு திரவத்திலும், உயர்சக்தியை வைத்திருக்கும் மூலக்கூறுகள் திரவவலயத்திலிருந்து வெளியேறும் செயற்பாட்டிலிருக்கும். இத்தோற்றப்பாடு ஆவியாதல் எனப்படும். இந்த ஆவியாதல் செயல் முறையானது எந்த வெப்பநிலையிலும் நடைபெறும். இதனை திரவம் ஒன்றின் மூலக்கூற்றுக் கட்டமைப்பைக் கொண்டு விளக்கலாம்.

திரவம் ஒன்றின் மூலக்கூறுகளைக் கருதினால் அவை எழுமாற்று இயக்கத்திலிருக்கும். வெப்பச் சக்தி வழங்குவதற்கேற்ப இம் மூலக்கூறுகளின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி அதிகரிக்கும். திரவ மேற்பரப்பிலிருக்கும் மூலக்கூறுகள் திரவத்துடன் கட்டுண்ட நிலை யிலிருக்கும். அதே நேரத்தில் திரவ மேற்பரப்பை அடையும் இத்தகைய மூலக்கூறுகளில் உயர்சக்தியைக் கொண்ட மூலக்கூறுகள் மேற்பரப்பில் இருந்து வெளியேறி ஆவியை உருவாக்கும்.



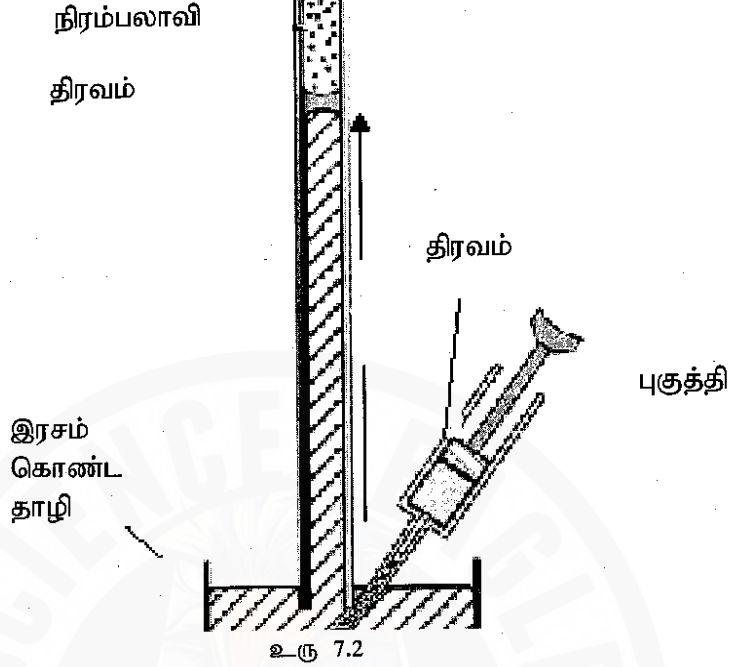
நிரம்பலாவிக்கும் நிரம்பா ஆவிகளும்

திரவம் ஒன்றுடன் தொடுகையிலிருக்கும் அத்திரவத்தினது ஆவி ஒன்றைக் கருதுக. மேலே காட்டியவாறு உயர்சக்தி கொண்ட மூலக்கூறுகள் ஆவியாகி ஆவி வலயத்தினுள் செல்வதால், ஆவி வலயத்திலுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கின்றது. தரப்பட்ட வெப்பநிலையில் ஆவி வலயத்திலுள்ள ஆவி மூலக்கூறுகளின் அளவு உயர்வடைவதுடன் தொடர்ந்தும் ஆவியாதல் நடைபெறுமாயின், ஆவிவலயத்திலிருந்து திரவத்தை அடையும் நிகழ்வு நடைபெறும். ஒரு கணத்தில் இத்தோற்றப்பாடு வலயச்சமனிலையை அடைதல் வேண்டும். அதன் பின் ஆவியாதல் வீதமும் திரவமேற்பரப்பை அடித்து அதனுட் புகுகின்ற வீதமும் சமமாகும். இந்த நிலையில் ஆவியானது தான் வைத்திருக்கக் கூடிய உயர் எண்ணிக்கையான (அல்லது உயர் பருமனையுடைய) மூலக்கூறுகளைக் குறித்த கனவளவுக்கு இந்த வெப்பநிலையில் வைத்திருக்கும். இந்த ஆவியானது “நிரம்பல் ஆவி” எனப்படும்.

தரப்பட்ட ஒரு வெப்பநிலையில் குறிப்பிட்ட கனவளவிலுள்ள திரவ ஆவியின் அளவு, அக்கனவளவு அடக்கக் கூடிய “உயர் திரவ ஆவியின்” அளவிலும் குறைவானால் “அவ்வாவியானது நிரம்பா ஆவி” எனப்படும்.

மாறாவெப்பநிலையில் மூடிய கனவளவினுள் உள்ள நிரம்பா ஆவி மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை மாறாதிருக்குமென்பதால், நிரம்பா ஆவியானது வாயு விதிகளைத் திருப்தி செய்யும். ஆனால் வெப்பநிலை மாற்றத்துடன் நிரம்பல் ஆவிமூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை மாறிலியாக இல்லாதிருப்பதனால் நிரம்பிய ஆவி வாயு விதிகளைத் திருப்தி செய்யாது.

கீழுள்ள செயல்பாடானது பொதுவாக வாயுக்களும், ஆவிகளும் அழுக்கத்தைப் பிரயோகிக்கும் என்பதைக் காட்டுகிறது. இந்த நோக்கத்திற்காக இரசம் நிரப்பப்பட்ட பாத்திரம் ஒன்றினுள் புகுத்தப்பட்ட ஏறத்தாழ 100 cm நீளமான குழாயைக் கொண்ட பாரமானியைக் கருதுக. கீழுள்ள படத்தில் காட்டியவாறு திரவம் ஒன்றைக் கீழிருந்து புகுத்தினால் திரவமானது இரசத்திற்கு மேலுள்ள வெற்றிட வலயத்தை அடைகையில் அது ஆவியாக, குழாயிலுள்ள இரச மட்டம் ஆரம்பநிலையிலிருந்து கீழிறங்குவதைக் காணலாம்.

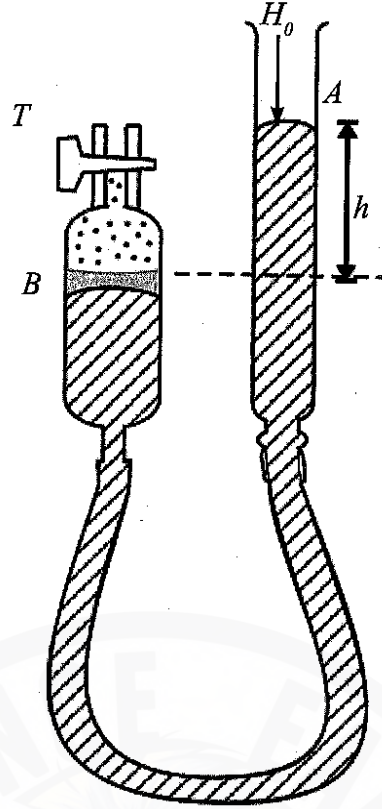


படத்தை அவதானிக்கும் போது ஆவியானது அழுக்கம் ஒன்றைப் பிரயோகிக்கின்றது என்பது தெளிவாகும். இரச மேற்பரப்பிற்கு மேல் தென்படும் திரவம் ஆவியாகாமல் நிலையாக நிற்பதை அவதானித்தபின் இரசமட்டம் (h_0) இல் கீழிறங்காது மாறாதிருப்பதைக் காணலாம். இதிலிருந்து நிரம்பிய ஆவியின் அழுக்கமானது குறித்த வெப்பநிலையில் மாறாப்பெறுமானத்தை எடுக்கும் என்ற முடிவுக்கு வரலாம். இது அக்குறித்த வெப்பநிலையில் “நிரம்பல் ஆவியழுக்கம்” (P_0) எனப்படும்.

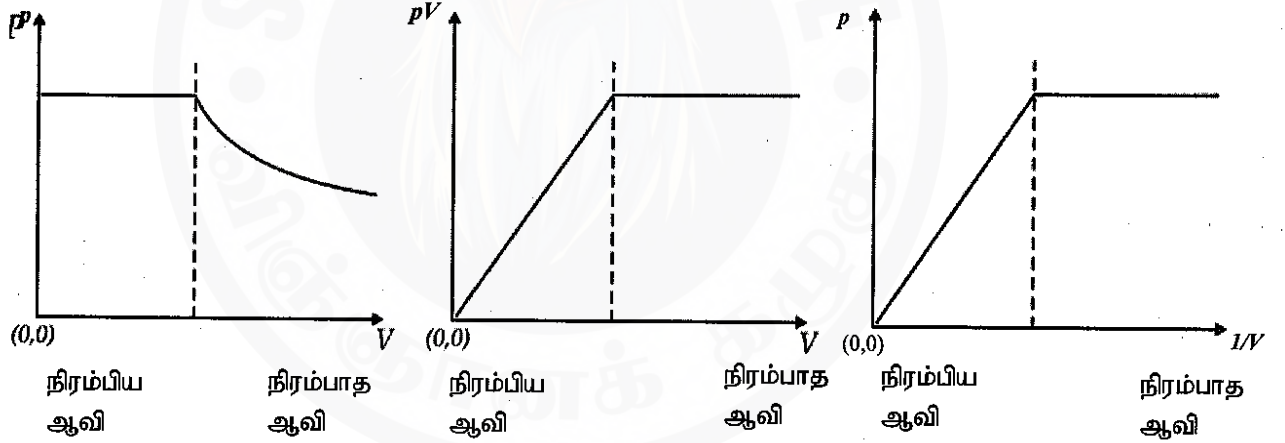
கீழே படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள உபகரணத்தொகுதியை மாறாவெப்பநிலையில் ஆவியின் அழுக்கத்திற்கும் ஆவியின் கனவளவிற்குமிடையேயுள்ள தொடர்பைச் செயன்முறை ஆராய்வதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

ஆரம்பத்தில் குழாய் B யினுள் உள்ள இரசத்தைத் திறந்த நிலையிலுள்ள திரகு T க்கு அருகில் கொண்டு வருக. குழாயினுள் சிறிதளவு திரவத்தைப் புகுத்துக. பின் திரவத்திற்கு மேலுள்ள வெளியை வளி நிரப்பாதவாறு திரகு மூடப்படும். குழாய் B யினுள்ள இரசமட்டம் கீழே பதிக்கப்பட்டால் (இரச மேற்பரப்புடன் திரவம் தொடுகையிருக்கக்கதாக) நிரம்பல் ஆவி உண்டாகும்.

குழாய்கள் A, B யிலுள்ள இரசநிரல்களுக்கிடையிலுள்ள வித்தியாசம் h ஆகவும் குழாய் B யினுள் உள்ள நிரம்பல் ஆவி அழுக்கம் P_0 ஆகவும் இருப்பின் $P_0 = H + h\rho g$ இங்கு H - வளிமண்டல அழுக்கம் B யினுள் இரசத்திற்கு மேல் திரவம் இருக்கும் வரை B யிலிருக்கும் ஆவியின் கனவளவு என்னவாக இருந்தாலும் இரசநிரல்களுக்கிடையிலுள்ள வித்தியாசம் மாறாதிருக்கும். நிரம்பல் ஆவி அழுக்கம் மாறாது இருக்கும் என்பதை இந்த அவதானம் உறுதிப்படுத்துகிறது.

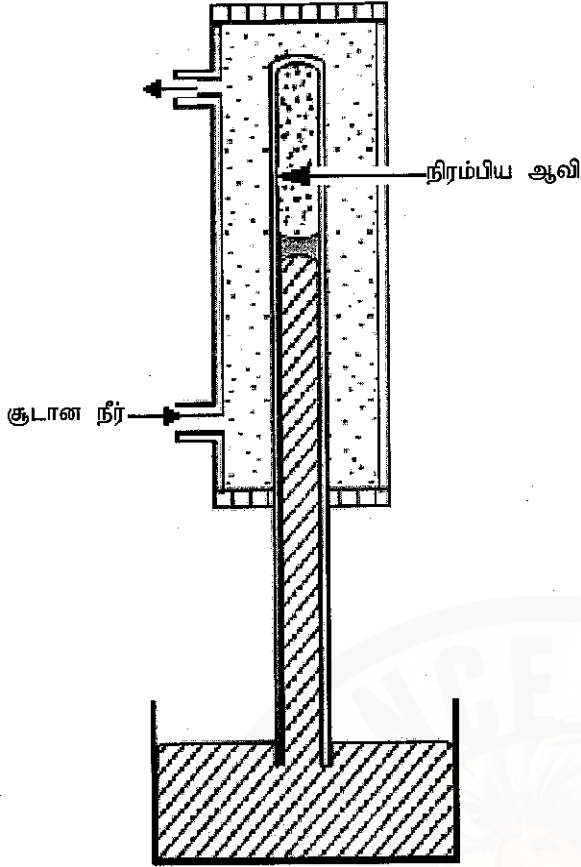


உரு 7.3



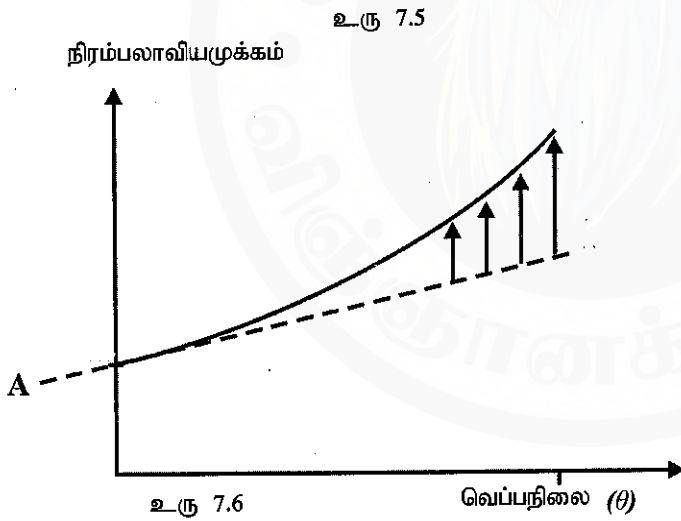
உரு 7.4

வரைபுகள் (a), (b), (c) என்பன நிரம்பா ஆவி, வாயுவிதிகளைத் திருப்தி செய்யும் என்பது, நிரம்பிய ஆவிகள் வாயுவிதிகளிலிருந்து விலகியிருக்கும் என்பதையும் காட்டுகின்றது. முக்கிமான காரணம் யாதெனில் நிரம்பிய ஆவியில் திரவத்துடன் தொடுகையிலிருக்கும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை மாறிலியாக இருக்காது என்பதாகும்.



உரு 7.1 ஒழுங்கமைப்பை, நிரம்பல் ஆவியழுக்கம், வெப்பநிலையுடன் எவ்வாறு மாறுபடுகின்றது என்பதைக் கற்பதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

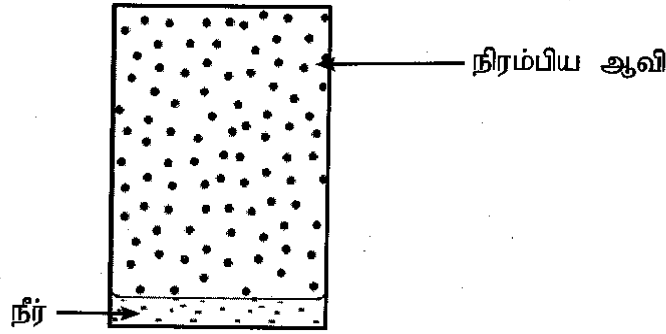
பாரமானிக்குழாயைச் சுற்றிப்பாயச் செய்யப்படும் சூடான நீரின் வெப்பநிலையை மாற்றுவதன் மூலம் நிரம்பல் ஆவியின் வெப்ப நிலையை மாற்றி அவ்வெப்பநிலைக் குரிய நிரம்பிய ஆவியின் அழுக்கத்தை அளக்கலாம். இவ்வழுக்கத்தை வெப்பநிலைக்கு எதிரே வரையும் பொழுது கீழ்வரும் மாறுதலைக் காட்டும். (உரு 7.6)



பொதுவாக வாயு ஒன்றின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கப்பட, மூலக்கூறுகளின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி அதிகரிக்க, வாயுவைக் கொண்ட தாங்கியின் சுவர்களுடனான மோதல்கள் அதிகரிக்க அழுக்கம் அதிகரிக்கின்றது.

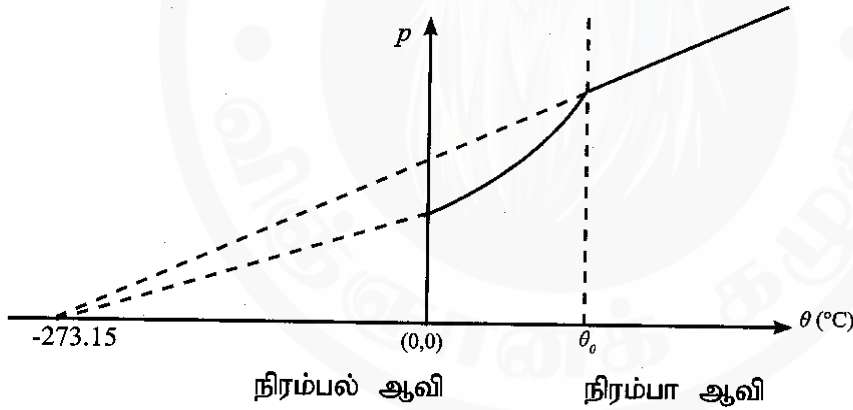
ஆனால் நிரம்பிய ஆவியைப் பொறுத்தமட்டில் வெப்பநிலை அதிகரிக்க ஆவி மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும் வீதம், வாயு ஒன்றின் அழுக்கம் (AB) அதிகரிக்கும் வீதத்திலும் பெரியதாகும். எனவே நிரம்பல் ஆவி அழுக்கமானது வெப்பநிலையுடன் விரைவான அதிகரிப்பைக் காட்டுவதைக் காணமுடிகின்றது.

உதாரணம் :- ஒன்று ஆரம்பத்தில் சிறிதளவு நீரைக் கொண்டுள்ள முடியபாத்திரத்தை வெப்பமாக்குவதன் மூலம் எல்லா நீரும் ஆவியாக்கப்படுகிறது. ஆவியழுக்கம் வெப்பநிலையுடன் மாறுபடுதலை வரைபின் மூலம் காட்டுக.



உரு 7.7

ஆரம்பத்தில் பாத்திரத்தினுள் இருந்த ஆவி நிரம்பியிருந்தமையால் அழுக்கமானது வெப்பநிலையுடன் விரைவாக அதிகரித்தது. ஆனால் ஒரு குறித்த வெப்பநிலையில் எல்லா நீரும் ஆவியாகிய பின், ஆவியானது நிரம்பா ஆவியாகும். இதனால் அழுக்கமானது வெப்பநிலையுடன் சாள்சின் விதிக்கேற்ப மாற்றமடைகிறது. ஆவியானது நிரம்பா நிலையை அடையும் வெப்பநிலை θ_0 என்பதால் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 7.8

ஆவியாகலும் கொதித்து ஆவியாக்கலும் (கொதித்து ஆவியாக்கல்)

திரவம் ஒன்றின் ஆவியாதல் செயல்முறை முன்பு விபரிக்கப்பட்டது. திரவ மூலக்கூறுகள் திரவத்தைவிட்டு உயர்ந்த வீதத்தில் வெளியேறும் நிகழ்வு ஒன்றுண்டு. இது திரவம் ஒன்றின் கொதிநிலையில் ஆவியாக்கலாகும்.

கொதித்து ஆவியாக்கல் என்பது, திரவம் ஒன்று கொதிநிலையை அடையும் போது திரவ மூலக்கூறுகள் ஆவிநிலைக்கு மாற்றமடைதலாகும். நிலைமாற்றத்தின் கீழ் இது விபரிக்கப்பட்டது. கீழுள்ள அட்டவணையானது ஆவியாதலுக்கும், ஆவியாக்கலுக்குமுள்ள வேறுபாடுகளைத் தருகிறது.

ஆவியாதல்	கொதித்து ஆவியாக்கல்
1. எந்த ஒரு வெப்பநிலையிலும் நடைபெறும் செயல்முறை	மாறா வெப்பநிலையில் மாத்திரம் நடைபெறும் (திரவம் ஒன்றின் கொதி நிலையில்)
2. திரவ மேற்பரப்பில் நடைபெறும்	திரவம் முழுவதும் நடைபெறும்
3. திரவமேற்பரப்பின் மேலுள்ள ஆவியின் அளவில் தங்கியிருக்கும்	திரவமேற்பரப்பின் மேலுள்ள ஆவியில் தங்கியிராது.

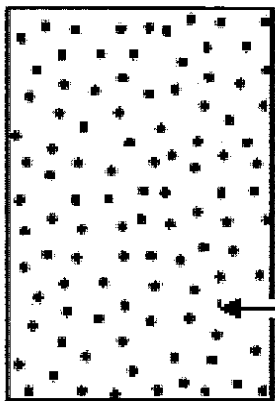
ஈரமானம் (ஈரப்பதனியல்) (Hygrometry)

நாளாந்த நடவடிக்கைகளில் சூழலிலுள்ள நீர் ஆவியின் பருமன் ஒரு முக்கிய காரணியாகும். மரங்களின் வளர்ச்சி போன்ற சூழல் நிலைமைகளைப் பாதிக்கும் அதேவேளை சூழலுள்ள நீர்வியானது மக்களின் சுகாதாரத்தைப் பாதிக்கின்றது. மனித உடலில் சக்தி உருவாக்கப்படும் பொழுது சக்தியுடன் சேர்ந்து நீர்வியும் உடலிலிருந்து வெளியேறுகின்றது. பொதுப்பயன்பாட்டில் இச்செயல்முறையானது வியர்த்தல் எனப்படுகிறது. சுற்றாடலிலுள்ள நீர்வியின் அளவு குறைவாகவுள்ளபோது உடலில் வியர்த்தல் மூலம் உருவாகும் வியர்வையானது உடலிலிருந்து வெளியேறும் மனித உடலுக்கு இதமளிக்கக்கூடிய வகையில் சுற்றாடலிலுள்ள நீர்வியின் அளவைக் கட்டுப்படுத்திக்கொள்வதற்காகப் பல்வேறுபட்ட முறைகள் உள்ளன. மின் விசிறிகளது பாவனை, வளிச்சீராக்கும் இயந்திரங்கள் என்பன அவற்றுட் சிலவாகும்.

சூழலிலுள்ள நீர்வியின் அளவைக் காண்பதற்கு இரண்டு அளவீடுகள் பயன்படுத்தப்படும். அவையாவன தனிஈரப்பதனும் (AH) தொடர்பு ஈரப்பதனும் (RH) ஆகும்.

தனி ஈரப்பதன் (Absolute Humidity)

சூழலிலுள்ள ஓரலகு கனவளவுள்ள வளியிலிருக்கும் நீர்வியின் திணிவு, தனி ஈரப்பதன் என வரையறுக்கப்படும்.



V-கனவளவு

m-mass தற்போதுள்ள vapour ஆவியில் திணிவு

unsaturated vapour நிரம்பா ஆவி

உரு 7.9

சூழலில் மூடிய கனவளவு V யிலிருக்கும் நிரம்பா ஆவியின் திணிவு m என்க.

உரு 7.9 இவ் காட்டப்பட்ட படத்தில் கனவளவு V யிலுள்ள நிரம்பா ஆவி திணிவு = m

ஆகவே, தனி ஈரப்பதன், அதாவது ஓரலகு கனவளவிலுள்ள நீராவியின் திணிவு தரப்படுகிறது.

$$AH = \frac{m}{V} \text{ (அலகு } \text{kg m}^{-3}\text{)}$$

தனி ஈரப்பதனின் அலகு kg m^{-3} அதனால் தனி ஈரப்பதனை (AH), ஆவி அடர்த்தியின் அளவீடாக கருதலாம்.

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம்

500 m^3 கனவளவுள்ள மண்டபம் ஒன்றினுள்ளேயுள்ள தனி ஈரப்பதன் 20 g m^{-3} . அறையினுள் உள்ள நீராவியின் திணிவு யாது. காற்றுப்பதனால்க்கக் கருவி ஒன்றை உபயோகித்து மண்டபத்திலிருந்து குறிப்பிட்ட பருமனுள்ள நீராவியை வெளியேற்றுவதன் மூலம் தனிஈரப்பதன் 16 g m^{-3} க்கு குறைக்கப்படுவதற்காக அறையிலிருந்து நீக்கப்படவேண்டிய நீராவியின் திணிவு யாது?

$$\begin{aligned} \therefore 500 \text{ m}^3 \text{ இலுள்ள நீராவியின் திணிவு} &= \frac{20}{1000} \times 500 \text{ kg} \\ &= 10 \text{ kg} \end{aligned}$$

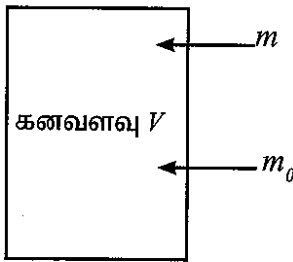
$$\begin{aligned} \text{வளிச்சீராக்கலின் பின் மண்டபத்தின் ஓரலகு கனவளவில் உள்ள நீராவியின் திணிவு} &= \frac{16}{1000} \times 500 \text{ kg} \\ &= 8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{நீக்கப்பட வேண்டிய நீராவியின் திணிவு} = 2 \text{ kg}$$

தொடர்பு ஈரப்பதன் (Relative Humidity)

சாதாரண சூழலில் உள்ள நீராவியானது நிரம்பாதது. நிரம்பிய ஆவியிலிருந்து இதன் விலகலை வெளிப்படுத்துவதற்காகத் தொடர்பு ஈரப்பதன் (RH) என்ற கணியம் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

தரப்பட்ட கனவளவின் தொடர்பு ஈரப்பதனை அக்கனவளவிலுள்ள நீராவியின் திணிவுக்கும் (m) அக்கனவளவை, அதே வெப்பநிலையில் நிரப்பும் நீராவியின் திணிவுக்குமுள்ள (m_0) விகிதமாக வரையறுக்கலாம்.



உரு 7.10

உருவிலுள்ள கனவளவு V ஐக் கருதுவதன் தொடர்பு ஈரப்பதனைப் பின்வருமாறு பெறலாம்.

m - வளியில் இருக்கும் நீராவியின் திணிவு
 m_0 - வளி நிரம்பல் நிலையில் உள்ள நீராவியின் திணிவு.

$$\text{தொடர்பு ஈரப்பதன் } (RH) = \frac{m}{m_0} \text{ இங்கு } m < m_0 \text{ அல்லது } m = m_0 \text{ ஆகும்.}$$

அனேகமான நேரங்களில் $\frac{m}{m_0} < 1$, இது தசமப்பெறுமானத்தை எடுக்கிறது. ஆகவே செயல்முறையில் $R.H$ ஆனது நூற்றுவீதத்திலேயே கொடுக்கப்படும்.

$$\therefore \text{தொடர்பு ஈரப்பதன் } RH = \frac{m}{m_0} \times 100\%$$

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம்

தரப்பட்ட கனவளவிலுள்ள நீராவியின் திணிவு 400 g இதனுள் 120 g சேர்க்கப்பட்ட பின் இக்கனவளவானது நிரம்பலடைகின்றது. இதன் தொடர்பு ஈரப்பதனைக் காண்க.

தரப்பட்ட கனவளவிலுள்ள நீராவியின் திணிவு = 400 g

இக்கனவளவு நிரம்பிய நிலையில் உள்ள நீராவியின் திணிவு = 400 + 120
= 520 g

∴ கனவளவில் தொடர்பு ஈரப்பதன் $RH = \frac{400}{520} \times 100$

= 76.9 %

தொடர்பு ஈரப்பதனின் வேறு தொடர்புகள்

தொடர்பு ஈரப்பதனின் அடிப்படை வரைவிலக்கணமானது, தரப்பட்ட கனவளவிலுள்ள நீராவியின் திணிவுக்கும் அதே கனவளவு நிரம்பிய நிலையிலுள்ள நீராவியின் திணிவுக்குமுள்ள விகிதமாகக் கொடுக்கப்படும்.

அதாவது $RH = \frac{m}{m_0} \times 100\%$

கனவளவு V ஐ கருதினால், தொடர்பு ஈரப்பதனைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$RH = \frac{\frac{m}{V}}{\frac{m_0}{V}} \times 100\%$$

இது RH ஐக் ஆவியின் திணிவுகளின் விகிதத்திற்குப் பதிலாக அவற்றின் அடர்த்திகளின் விகிதமாகத் தருகின்றது. இதன்படி RH க்கு வேறொரு வரைவிலக்கணம் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$RH = \frac{\rho}{\rho_0} \times 100$$

இங்கு ρ - இருக்கும் நீராவியின் அடர்த்தி

ρ_0 - நிரம்பிய நீராவியின் அடர்த்தி

ஆவியானது நிரம்பாத நிலையிலிருந்து நிரம்பல் நிலை அடையப்படும் வரை பூரணவாயுச்சமன் பாடு (இலட்சிய வாயுச் சமன்பாடு) $pV = \frac{m}{M}RT$ ஐப் பிரயோகிக்க

கூடியதாயிருக்கும். சமன்பாட்டை மீண்டும் ஒழுங்குபடுத்தினால்,

$$p = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{M} = \rho \frac{RT}{M}$$

$$p = \left(\frac{RT}{M} \right) \rho$$

இலிருந்து $p \propto \rho$ என்பது பெறப்படும். (T, M ஆகியன மாறிலியாகும்போது)

எனவே அடர்த்திகளின் விகிதத்தைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

இங்கு p - தரப்பட்ட வெப்பநிலையின் நீராவியின்
பௌதிக அழுக்கம்

p_0 - அதே வெப்பநிலையில் நிரம்பல் ஆவியழுக்கம்

ஆவியமுக்கத்தை பயன்படுத்தி, தொடர்பு ஈரப்பதனைக் கணிக்கும் உதாரணம் ஒன்றை கருதுக.

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணம்

27 °C வெப்பநிலையில் குறித்த கனவளவிலுள்ள ஆவியமுக்கம் 12 cm Hg. இக்கனவள விலுள்ள தொடர்பு ஈரப்பதனைக் காண்க. அறைவெப்பநிலை 40 °Cக்கு மாற்றப் பட்டால் புதிய தொடர்பு ஈரப்பதன் யாது. 27 °Cயிலும் 40 °C யிலும் நிரம்பல் ஆவி அமுக்கங்கள் முறையே 20 cm Hg, 24 cm Hg ஆகும்.

$$27^\circ\text{C யில் ஆவியமுக்கம் } P_{27} = 12 \text{ cm Hg}$$

$$27^\circ\text{C யில் நி. ஆ. அ } P_{027} = 20 \text{ cm Hg}$$

$$\text{தொடர்பு ஈரப்பதன் } \therefore RH = \frac{P}{P_0} \times 100$$

$$RH = \frac{12}{20} \times 100 = 60\%$$

\therefore 27 °C யில் தரப்பட்ட கனவளவின் தொடர்பு ஈரப்பதன் = 60%

வெப்பநிலை 40 °C க்கு உயரும் பொழுது, ஆவி அமுக்கத்தைக் (P_{40}) காண்பதற்காகச் சாள்சின் அமுக்க விதியை பிரயோகிக்கலாம். $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

$$\begin{aligned} \frac{P_{40}}{T_{40}} &= \frac{P_{27}}{T_{27}} \text{ இல் பிரதியிடின்} \\ &= \frac{P_{40}}{313} = \frac{12}{300} \Rightarrow P_{40} = \frac{313}{300} \times 12 = 12.52 \text{ cm Hg} \end{aligned}$$

இது 40 °C நிரம்பல் ஆவியமுக்கம் 24 cm Hg ஆகும்.

$$\therefore \text{தொடர்பு ஈரப்பதன் } RH = \frac{P_{40}}{P_{040}} \times 100 = \frac{12.52}{24} \times 100\% = \underline{52.2\%}$$

\therefore 40 °C யில் தொடர்பு ஈரப்பதன் = 52.2%

பனிபடுநிலை (Dew point)

தரப்பட்ட கனவளவிலுள்ள நிரம்பாத ஆவியானது, இரண்டு வழிகளில் நிரம்பல் ஆவியாக மாற்றப்படலாம். முதலாவது வழியானது, குறித்த கனவளவினுள் நீராவியை நிரம்பல் நிலையை அடையும் வரை செலுத்துதல். மற்றைய வழியானது, நிரம்பல் நிலையை அடையும் வரை வெப்ப நிலையைக் குறைத்தல்.

தரப்பட்ட நிரம்பல் ஆவி ஒன்றின், ஆவி மூலக்கூறுகள் எழுமாற்று இயக்கத்திலிருக்கும். வெப்பநிலையைக் குறைக்கும்போது ஆவி மூலக்கூறுகளின் இயக்கச்சக்தியானது குறைவடையும். வெப்பநிலையானது மேலும் குறைக்கப்படுகையில் குறைவான இயக்கச் சக்தியைக் கொண்ட சில ஆவி மூலக்கூறுகள் ஆவி வலயத்தில் இருக்க முடியாத நிலையிருப்பதனால் பாத்திரத்தில் சுவர்களில் படும்.

இந்நிலையானது ஆவியின் நிரம்பல் நிலைக்கு ஒத்ததாக இருப்பதுடன் இக்கனவளவு வளியின் வெப்பநிலையானது படிப்படியாகக் குறைக்கப்படுகையில் அடையப்படுகின்ற சிறப்பு நிலையுமாகும். தரப்பட்ட கனவளவு ஒன்றினது வெப்பநிலையைப் படிப்படியாகக் குறைக்கும்போது அக்கனவளவில் இருக்கின்ற நீராவியின் மூலம் அக்கனவளவானது முதன்முதலாக நிரம்பலடைகின்ற வெப்பநிலையானது அக்குறித்த கனவளவின் பனிபடுநிலை எனப்படும். இதே முறையில் தரப்பட்ட கனவளவு ஒன்றின் வெப்பநிலையைப் படிப்படியாகக் குறைக்கப்படின, அக்கனவளவிலுள்ள தரப்பட்ட கனவளவின் பனிபடுநிலையானது, அக்கனவளவின் ஆவியடர்த்தியில் தங்கியிருக்கும். அத்துடன் அறை வெப்பநிலைக்குச் சமமாக, சிறிதாக அல்லது பெரிதாகவிருக்கும். குளிர்ப் பானப் போத்தல் ஒன்றை குளிரேற்றி ஒன்றிலிருந்து வெளியில் எடுக்கும் போது அதில் பனிபடிதல் மேலே விபரிக்கப்பட்ட இதே முறையிலாகும். குளிர்பானப் போத்தலானது சூழலிலிருந்து வெப்பத்தை உறிஞ்ச, சூழலின் வளி வெப்பநிலை குறையும். இதனால் சுற்றுச் சூழலிருக்கும் நீராவியானது போத்தலுக்குக்கிட்டவுள்ள வளியை நிரம்பலடையச்செய்யும். இதனால் போத்தலின் மேல் பனிபடிவதை அவதானிக்கலாம்.



வெப்ப இயக்கவியல்

வெப்பநிலை கூடிய இடத்திலிருந்து வெப்பநிலை குறைந்த இடத்திற்கு வெப்பமானது பாயும். வெப்ப இயக்கவியலில், வெப்பமானது இடமாற்றப்படும் சக்தியாகும். வெப்பமானது பொருள் ஒன்றில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் சக்தியின் வடிவமன்று.

ஆகவே வேலையைப்பற்றி நாம் எவ்வாறு கருதுகின்றோமோ இதே போலவே வெப்பத்தையும் கருதல் வேண்டும். வேவையானது சேமிக்கப்படுவதன்று. பொருள் ஒன்றின் மீது வேலை செய்யப்படால் அதன் சக்தி (இயக்கப்பாட்டுச்சக்தியும் நிலைப்பண்புசக்தி) அதிகரிக்கின்றது. பொருள் ஒன்றினால் வேலை செய்யப்பட்டால், அதன் சக்தி குறைகின்றது. பொதுவாக பொருள் ஒன்றுக்கு வெப்பம் கொடுக்கப்பட்டால் அதன் அகச்சக்தி (இயக்கப்பாட்டு சக்தியும் நிலைப்பண்பு சக்தியும்) அதிகரிப்பதாக எதிர்பார்க்கலாம். பொருள் ஒன்றிலிருந்து வெப்பம் காலப்பட்டால் (இழக்கப்பட்டால்), அதன் அகச்சக்தி குறைகின்றது.

இலட்சியவாயுவில் அகச்சக்தியானது இயக்கச்சக்தியாக மாத்திரம் தோன்றுகிறது (வாயு ஒன்றில் மூலக்கூறுகளுக்கிடையில் விசைகள் இல்லாததால், நிலைப்பண்பு சக்தி இல்லை) ஆகவே இலட்சிய வாயு (அண்ணளவாக எல்லா வாயுக்களும்) ஒன்றுக்கு வெப்பம் கொடுக்கப்பட்டால், அதன் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும். எனவே அதன் அகச்சக்தி அதிகரிக்கும். வாயு ஒன்றிலிருந்து வெப்பம் இழக்கப்பட்டால், அதன் வெப்பநிலை குறைவடைந்து, அதன் இயக்கப்பாட்டுச்சக்தியும் குறையும். இதன் விளைவாக அதன் அகச்சக்தி குறையும்.

வெப்ப இயக்கவியலின் முதலாம் விதி

தொகுதி ஒன்றில், தேறிய வெப்பப்பரிமாற்றம் ΔQ ஆகவும், அகச்சக்திமாற்றம் ΔU ஆகவும், செய்யப்பட்ட வேலையின் பருமன் ΔW ஆகவும் இருப்பின்.

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

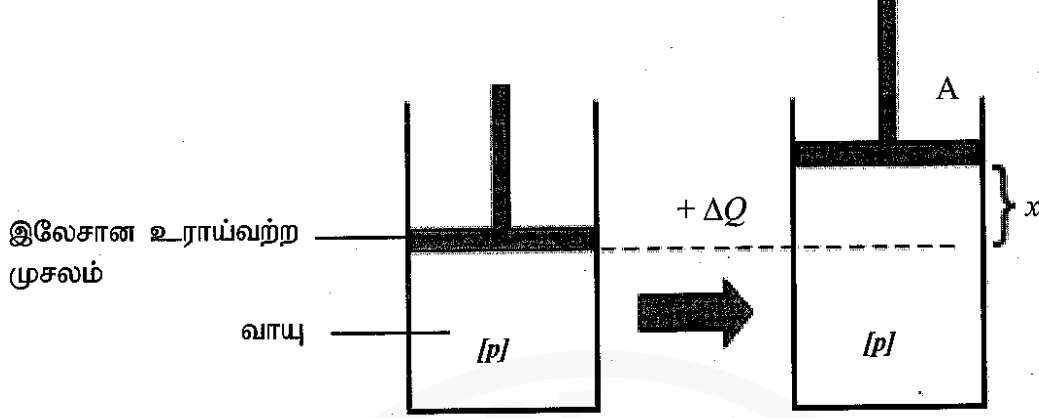
குறிவழக்கு ஒன்றிற்கேற்ப, மேலுள்ள கணியங்களின் குறி தரப்படுகிறது.

கணியம் (மாற்றம்)	குறி
1. தொகுதிக்கு வெப்பம் வழங்கல்	$+\Delta Q$
2. தொகுயிலிருந்து வெப்பம் இழக்கப்படல்	$-\Delta Q$
3. அகச்சக்தி அதிகரித்தல்	$+\Delta U$
4. அகச்சக்தி குறைதல்	$-\Delta U$
5. தொகுதியினால் செய்யப்பட்ட வேலை	$+\Delta W$
6. தொகுதி மீது செய்யப்பட்ட வேலை	$-\Delta W$

வாயுத்தொகுதி ஒன்றுக்கு இவ்விதியின் பிரயோகங்கள்

1. மாறா அழுக்கச் செயன்முறை [P]

அழுக்கம் மாற்றமடையாதவாறு நிகழ்த்தப்படும் செயன்முறை.



உரு 8.1

உருவிற காட்டப்பட்டவாறு உருளை ஒன்றினுள் படத்தில் காட்டியவாறு இலட்சியவாயு ஒன்று, உராய்வற்ற, இலேசான முசலம் ஒன்றினால் அடைக்கப்பட்டுள்ள நிகழ்வைக் கருதுக.

A - முசலத்தின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு

x - முசலம் உயர்த்தப்பட்ட தூரம்

மாறா அழுக்கத்தில் மேலுள்ள தொகுதிக்கு வெப்பம் கொடுக்கப்பட்ட போது,

வாயுவினால் கனவளவு அதிகரிப்பு $= Ax = \Delta V$

முசலத்தின் மீதுள்ள அழுக்கம் $= P$

\therefore முசலத்தின் மீதுள்ள விசை $= P \cdot A$

\therefore வாயுவினால் செய்யப்பட்ட வேலை $= (P \cdot A) \cdot x$
 $= P \cdot (Ax)$
 $= P \cdot \Delta V$

இந்த உதாரணத்தில், ΔV , (+), என்னில் வாயு விரிவடைகின்றது, வாயுவினால் வேலை செய்யப்படுகிறது.

ΔV ஆனது (-), ஆயின் வாயுவானது கனவளவிற சுருங்குவதுடன் வாயுவின் மீது வேலை செய்யப்படும். (வெளியழுக்கம் காரணமாக புற உதைப்புக் காரணமாக)

குறிப்பு,

வாயுவின் கனவளவு அதிகரித்தால் $\Delta W, (+)$

வாயுவின் கனவளவு குறைந்தால் $\frac{\Delta V, (-)}{\Delta W}$

மேலுள்ள எந்த வகையிலும்

$$\Delta W = P \cdot \Delta V \text{ (மாறா அழுக்கத்தில்)}$$

வெப்ப இயக்கவியலின் முதலாம் விதியாகிய $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$ ஆனது

$\Delta Q = \Delta U + P \cdot \Delta V$ என இப்போது அமையும்.

மாறா அழுக்கம் p இல்

இங்கு $\Delta Q, +$ ஆகும் (வெப்பம் தொகுதிக்கு வழங்கப்படுகிறது)

$\Delta U, +$ ஆகும் (அதாவது வெப்பநிலை அதிகரிக்கின்றது)

அத்துடன் $P \Delta V, +$ ஆகும் (வாயுவினால் வேலை செய்யப்படுகிறது)

இங்கு $\Delta Q, -$ ஆகும் (அதாவது தொகுதியிலிருந்து வெப்பம் வெளிவிடப்படுகிறது)

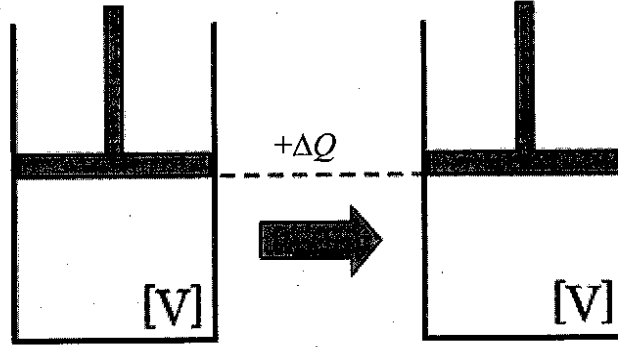
$\Delta U, -$ ஆகும் (வெப்பநிலை குறைகின்றது)

அத்துடன் $P \Delta V, -$ ஆகும் (வெளிவிசையினால் வாயு மீது வேலை செய்யப்படுகின்றது)

2. மாறாக்கனவளவு செயல் முறை [$\Delta V = 0$]

கனவளவு மாற்றமின்றி நிகழ்த்தப்படும் செயல்முறை

மாறாக்கனவளவில், வாயுவினால் அல்லது வாயுவின் மீது வேலை செய்யப்படுவதில்லை (கனவளவில் மாற்றம் இல்லாததால் $\Delta W = 0$)



உரு 8.2

1ம் விதி $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$ ஆனது இப்போது

$$\Delta Q = \Delta U + 0 \quad \text{என அமையும்}$$

$$\therefore \Delta Q = \Delta U$$

தொகுதிக்கு வெப்பம் கொடுக்கப்பட்டால்

$\Delta Q, (+)$ ஆகும்.

எனவே $\Delta U, (+)$ (வெப்பநிலை அதிகரிக்கின்றது)

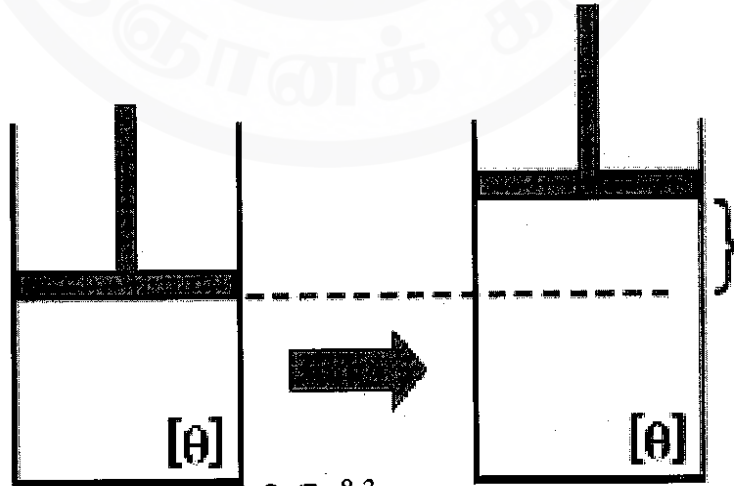
தொகுதியிலிருந்து வெப்பம் இழக்கப்பட்டால்

$\Delta Q, (-)$ ஆகும் (வெப்பநிலை குறைகின்றது.)

$\Delta U, (-)$ ஆகும் (வெப்பநிலை குறைகின்றது.)

3. சமவெப்பச் செயல்முறை (சமவெப்பினி) [$\Delta U = 0$]

இது வெப்பநிலையை மாறாமல் பேணி நடைபெறும் செயல்முறையாகும்.



உரு 8.3

நடைமுறையில் ஒரு மிக மெதுவான செயல்முறையொன்று சமவெப்பச் செயல் முறையாக அமையும். மெதுவான செயல்முறையானது தொகுதியை, ஏறக்குறைய மாறா வெப்பநிலையிலிருக்கும் சூழலுடன் வெப்பச்சமனிலையிலிருக்க அனுமதிக்கின்றது ஆகவே தொகுதியின் வெப்பநிலை எப்பொழுதும் மாறிலி, அதாவது தொகுதியின் வெப்பநிலையானது எப்போதும் மாறிலியாகவும் சூழல் வெப்பநிலையிலும் இருக்கும்.

சமவெப்ப செயல்முறைக்கு

$$\Delta T = 0 \text{ (வெப்பநிலை மாறிலி)}$$

$\therefore KE = 0$ ($KE \propto T$ என்பதால் இங்கு T ஆனது K இல் உள்ளது)

$\therefore \Delta U = 0$ (இலட்சிய வாயுவொன்றுக்குரிய அகச் சக்தியானது முழுமையாக இயக்கச்சக்தியாக அமையும்)

அதாவது, தொகுதியின் அகச்சக்தி, மாறிலியாகும்.

1ம் விதியாகிய $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$ ஆனது இப்போது

$$\Delta Q = 0 + \Delta W \text{ என அமையும்}$$

$$\Delta Q = \Delta W$$

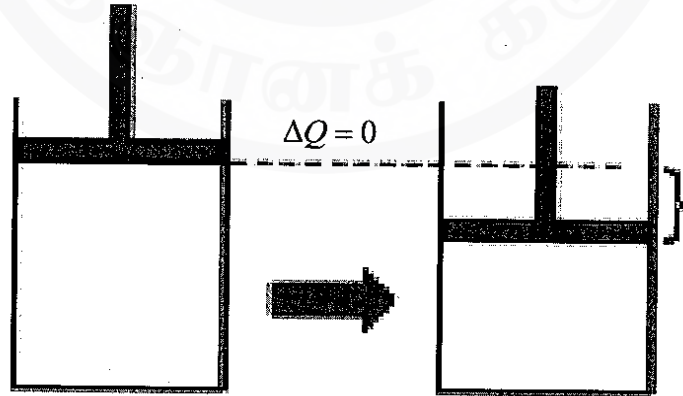
$\therefore \Delta Q$, நேராயின் (+), ΔW வும் நேராகும் (+) (அதாவது தொகுதியினால் செய்யப்பட்ட வேலை)

ΔQ , மறையாயின் (-), ΔW வும் மறையாகும் (-) (அதாவது தொகுதி மீது வேலை செய்யப்படடிருக்கும்)

4. சேறலிலா செயல்முறை (Adiabatic Process) [$\Delta Q = 0$]

இச்செயல்முறையின்போது தொகுதிக்கும் வெளிச் சூழலுக்கும் இடையில் தேறிய வெப்ப இடமாற்றம் இல்லை ஆகவே $\Delta Q = 0$

நடைமுறையில் விரைவான செயல்முறையொன்று சேறலிலா செயல்முறையாக அமையும். வெப்பம் இடமாற்றப்படுவதற்குக் குறித்த ஒரு நேரம் தேவைப்படுவதால் மிகக்குறுகிய நேரப்பகுதியில் நடைபெறும் செயல்முறையொன்று வெப்ப இடமாற்றமொன்றை மேற்கொள்வதற்குத் தொகுதியை அனுமதிக்காது.



உரு 8.4

1ம் விதியாகிய

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W \text{ ஆனது இப்போது}$$

$$0 = \Delta U + \Delta W \text{ என அமையும்}$$

$$\therefore \Delta U = -\Delta W \text{ அல்லது } -\Delta U = \Delta W$$

ΔW நேராயின் (அதாவது வாயு விரிவடையின்)

$$-\Delta U = \Delta W \text{ ஐ உபயோகிப்போம்.}$$

எனவே ΔU என்பது மறையாகும்.

எனவே வாயுவொன்றின் சடுதியான விரிவானது அகச்சக்தியைக் குறைப்பதுடன் (U) இதன் காரணமாக வெப்பநிலை வீழ்ச்சியையும் உருவாக்கும்.

ΔW - ஆகும்போது (அதாவது வாயு நெருக்கப்படும்போது)

$$\Delta U = \Delta W \text{ எனப் பாவிக்கலாம்}$$

எனவே $\Delta U + \Delta W$ ஆகும்.

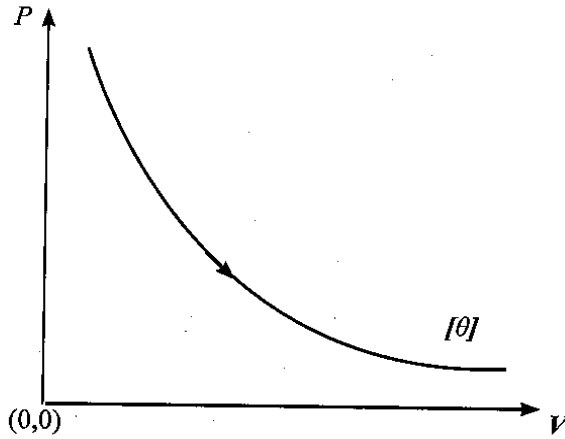
சடுதியாக நெருக்கும்போது வாயுவின் அகச்சக்தி அதிகரிக்கும் எனவே வெப்பநிலையும் அதிகரிக்கும்.

உதாரணம்

1. சைக்கிள் ரியூப் ஒன்றை பம்பி (ஊதி) ஒன்றை உபயோகித்துக் காற்றடிக்கும் போது ரியூப்பினது வால்வு சூடாவதை அவதானிக்கலாம். இதற்கு ரியூப்பினுள் உள்ள வளியானது சடுதியாக அழுக்கப் (நெருக்க) படுதலே காரணமாகும்.
2. காற்றடிக்கப்பட்ட ரியூப்பின் வால்வைத் திறந்தால், காற்று வெளியேறும் வாயுவும், வால்வும் குளிர்வடைதலை அவதானிக்கலாம். இது சடுதியாக (திடீரென) வளி வெளியேறுவதனால் ஏற்படும் விரிவின் காரணமாக ஏற்படுவதாகும்.

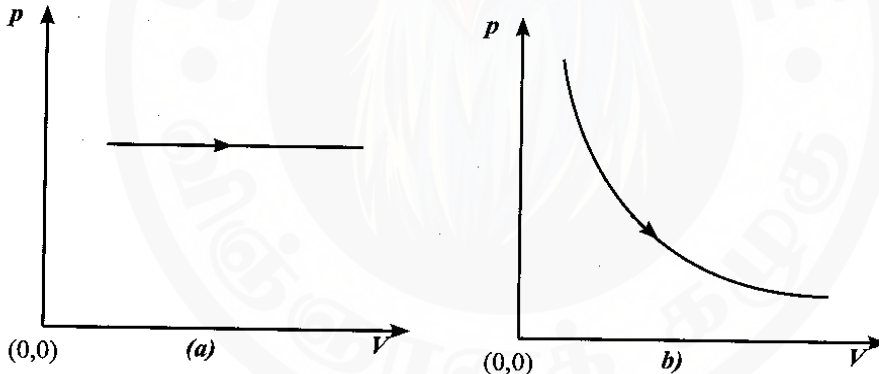
அழுக்கம் - கனவளவு ($p - V$) வரைபுகள் (இலட்சியவாயுக்களுக்கு)

குறித்த திணிவுள்ள இலட்சிய வாயுக்களுக்கு அழுக்கம் - கனவளவு ($p - V$ வரைபுகள்) வரைபுகளை வரையலாம். ஆரம்பப் புள்ளியையும், இறுதிப்புள்ளியையும் குறிப்பதற்கு அம்புக்குறியானது பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

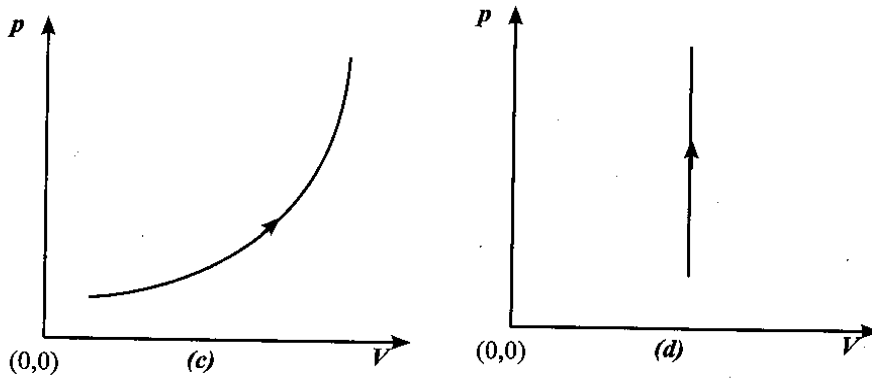


வாயுவின் வெப்பநிலையும் மாற்றப்படுமாயின் $p - V$ வளையியானது ஏதாவது வடிவத்தை எடுக்கும்.

மாறா வெப்பநிலையில், மேலே காட்டப்பட்டவாறு கனவளவு அதிகரிக்க அழுக்கம் குறையும். கனவளவு அதிகரிக்கும் அதே நேரத்தில் வெப்பநிலையைப் பொருத்தமானதாக மாற்றி, அழுக்கத்தைக் கூட்டுவதற்கும், குறைப்பதற்கும் அல்லது மாற்றமடையாது பேணுவதற்கும் முடியும். எனவே வெப்பநிலை மாற்றங்களுக்கேற்ப $p - V$ வரைபுகள் கீழே காட்டப்பட்டவற்றைப் போன்று வெவ்வேறு வடிவங்களைப் பெறக்கூடியன என்பதை விளங்கிக்கொள்ள முடியும்.



உரு 8.5



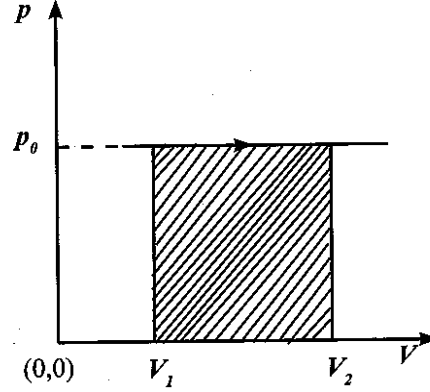
உரு 8.6

க.பொ.த. (உயர்தர) பௌதிகவியல்

மேலேயுள்ள வரைபு (a) ஆனது மாறா அழுக்கச் செயன்முறை. வரைபு (d) ஆனது ஒரு மாறா கனவளவு செயன்முறை. வரைபு (b) மாறா வெப்பநிலை செயன்முறை. வரைபு (c) எல்லா மூன்று பரமாணங்களும் மாறுபடுகிறது.

$p - V$ வளையியும் செய்யப்பட்ட வேலையும்

1. மாறா அழுக்கச்செயன்முறை



உரு 8.7

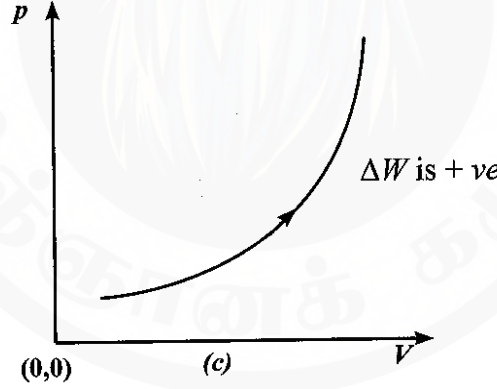
கனவளவு V_1 இலிருந்து V_2 க்கு அதிகரிக்கையில் செயல்முறை செய்யப்பட்ட வேலை $P_0 \Delta V$ இனால் தரப்படும். இங்கு $\Delta V = V_2 - V_1$

$$\Delta W = P_0 \Delta V$$

$\Delta W = p(V_2 - V_1)$ என்பது மேலுள்ள வரைபில் நிழற்றப்பட்ட செவ்வகப்பரப்பு. ஆகவே செய்யப்பட்ட வேலையானது வளையியின் பொருத்தமான பகுதிக்குக் கீழுள்ள பரப்பாகும். உரு 8.7

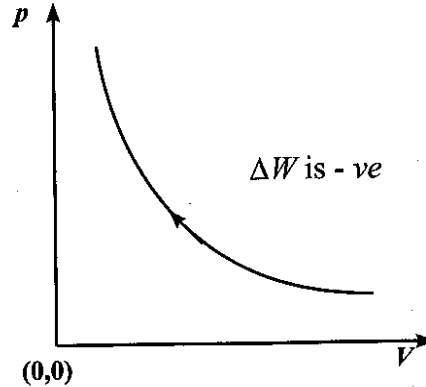
இதனை ஒத்த வாதத்தின் மூலம் யாதாயினும் $p - V$ வளையியின் கீழுள்ள உரிய பரப்பு ΔW ஐத் தரும் எனக் காட்டலாம்.

வாயு ஒன்றின் கனவளவு அதிகரிக்கும் போது (அதாவது வாயு விரிவடையும் போது) ΔW நேராகும் (+) ($p - V$) வளையியில் இச்செயன்முறை காட்டப்பட்டதை கருதுக. உரு 8.8



உரு 8.8

இவ்வரைபில் காட்டப்பட்டுள்ள செயன்முறையானது, வாயு ஒன்றின் கனவளவு அதிகரிப்பதைக் காட்டுகிறது. (அம்புக் குறியின் திசை, கனவளவு அதிகரிப்பதைக் காட்டுகிறது)



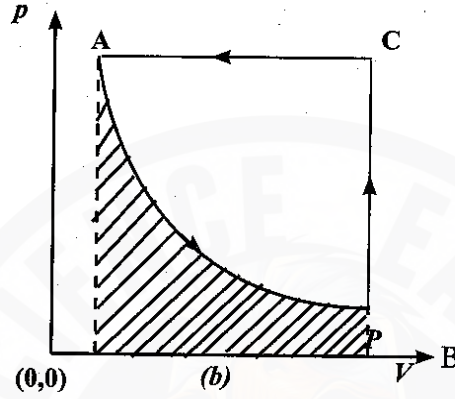
உரு 8.9

இவ் வரைபில் அம்புக்குறியின் தலையானது கனவளவு குறைவதைக் காட்டுகிறது. கனவளவு குறைவதற்கு வெளி விசைகளினால் வாயுவின் மேல் வேலை செய்யப்படல் வேண்டும். ஆகவே வாயுவின் கனவளவு குறையும் சந்தர்ப்பத்தில் ΔW ஆனது மறையாகும். உரு 8.9

சக்கரச் செயன்முறை

தொகுதியானது பல செயன்முறைகளினூடு சென்று மீண்டும் ஆரம்பப் புள்ளியை அடையுமாயின், இது சக்கரச் செயன்முறை எனப்படும்.

இந்த $p - V$ வளையியானது சக்கரச் செயன்முறையைக் காட்டுகின்றது. இச்செய்கையின் ஆரம்பப்புள்ளி A ஆகும். இறுதிப்புள்ளியும் A ஆகும்.



உரு 8.10

A யிலிருந்து Bக்கான செயன்முறை

இச்செயன்முறையின்போது கனவளவு அதிகரிக்கின்றது. ஆகவே ΔW , நேராகும் (+). இது AB யின் கீழுள்ள நிழற்றப்பட்ட பரப்பினால் தரப்படுகிறது.

B யிலிருந்து Cக்கான செயன்முறை

இச்செய்கையில் கனவளவு மாற்றமில்லாததால் $\Delta W = 0$.

C யிலிருந்து Aக்கான செயன்முறை

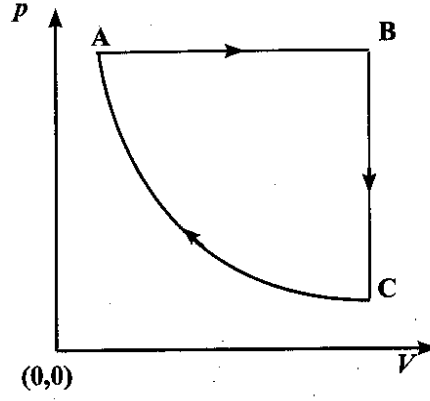
இச் செயன்முறையில் கனவளவு குறைகிறது. ΔW ஆனது மறையாவதுடன் அது AC இன் கீழுள்ள பரப்பினால் தரப்படும்.

$$\begin{aligned} \text{முழு சக்கரச் செயல்முறைக்கும் } \Delta W &= \Delta W_{AB} + \Delta W_{BC} + \Delta W_{CA} \\ &= \text{ABயின் கீழுள்ளபரப்பு} + 0 - \text{CA யின் கீழுள்ள பரப்பு} \\ &= \text{ABயின் கீழுள்ளபரப்பு} - \text{CA யின் கீழுள்ள பரப்பு} \\ &= - \text{பரப்பு ABC} \end{aligned}$$

ஆகவே சக்கரச் செயல்முறை ஒன்றின்போது ΔW இன் பருமனானது வளையியினால் அடைக்கப்படும் பரப்பளவால் தரப்படும்.

ΔW இன் குறியானது, எல்லா நேர் ΔW க்களையும் எல்லா மறை ΔW க்களையும் கூட்டுவதன் மூலம் தீர்மானிக்கப்படும். மேலுள்ள உதாரணத்தில் $(-\Delta W)$ க்களின் பருமன் $+\Delta W$ க்களின் பருமனிலும் பெரிது. ஆகவே மேலுள்ள சக்கரசெயல் முறைக்கு ΔW மறையாகும் [$\Delta W < 0$].

உரு 8.11 இல் காட்டப்பட்ட சுற்று மாற்றத்தை கருதும்போது



உரு 8.11

இது உரு 8.10 இல் காட்டப்பட்ட சுற்று மாற்றத்தை ஒத்தது ஆனால் உண்மை என்னவெனில் இச்சுற்று மாற்றம் வலம் சுழியானது ஏற்கனவே கூறப்பட்டது இடம் சுழியானது.

இச்சுற்று செயன்முறையில்

ΔW_{AB} ஆனது நேரானது

$\Delta W_{BC} = 0$

ΔW_{CA} ஆனது மறையானது

இம்முழுச்சுற்று செயன்முறையில்

$$\therefore \Delta W = \Delta W_{AB} + \Delta W_{BC} + \Delta W_{CA}$$

$$= AB \text{ யின் கீழுள்ள பரப்பு} + 0 - CA \text{ யின் கீழுள்ள பரப்பு}$$

$$= + \text{பரப்பு ABC}$$

எனவே இச்சுற்று மாற்றத்தில் ΔW ஆனது (+)

எனவே இதிலிருந்து மணிக்கூட்டுத்திசையில் சுற்று மாற்றத்திற்கு ΔW ஆனது (+) மணிக்கூட்டுத்திசைக்கு எதிர்த்திசையில் சுற்று மாற்றத்திற்கு ΔW ஆனது நேரானது.

வெப்ப இடமாற்றம்

வெப்பமானது மூன்று வழிகள் மூலம் இடமாற்றப்படுகிறது.

1. கடத்தல்
2. மேற்காவுகை (அல்லது உடன் காவுகை)
3. கதிர்வீசல்

வெப்பக்கடத்தல்

வெப்பமானது ஒரு துணிக்கையிலிருந்து வேறு ஒரு துணிக்கைக்குத் துணிக்கைகளின் அசைவில்லாமல் (முழுவதுமாக) இடமாற்றப்படுவதால் பதார்த்தங்கள் வெப்பமாக்கப்படும் இயல்பானது, வெப்பக்கடத்தல் எனப்படும்.

வெப்பக்கடத்தலை இரண்டு பொறிமுறைகள் மூலம் விளக்கலாம்.

1. இதனைச் சுயாதீன இலத்திரன்களை வழங்கக்கூடிய பதார்த்தங்களுக்குப் பிரயோகிக்கலாம் (உ+ம், உலோகங்கள்) பொருளின் வெப்பநிலை அதிகரிக்க, சுயாதீன இலத்திரன்கள் சக்தியைப் பெறுவதனால் அவற்றின் வேகங்கள் அதிகரிக்கின்றது. அவற்றினால் கூடிய தூரத்திற்கு இயங்க கூடியதாயிருப்பதால், குளிரான பகுதிகளுக்கு விரைவாக வெப்பத்தைக் கடத்துகின்றன.
2. போதியளவு சுயாதீன இலத்திரன்களைக் கொண்டிராத பதார்த்தங்களில், உயர் வெப்ப நிலையிலுள்ள அணுக்கள் சாலகத்தின் (lattice) குளிரான பகுதியிலுள்ளவற்றிலும் பார்க்கத் தீவிரமாக (அல்லது வலுவாக) அதிரும். அணுக்கள் அணு இடைப்பிணைப்பினால் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் தமது அதிர்வுசக்தியின் ஒரு பகுதியைக் குளிரான அணுக்களுக்குக் கடத்த, அவையும் கூடிய சக்தியுடையதாக அதிரும். இவ்வதிர்வுகளும் ஏனைய அணுக்களுக்கு இதே மாதிரியாக அதிர்வுச் சக்தியைக் கடத்தக்கூடியதாக இருப்பதால் வெப்பக் கடத்தல் நடைபெறுகிறது.

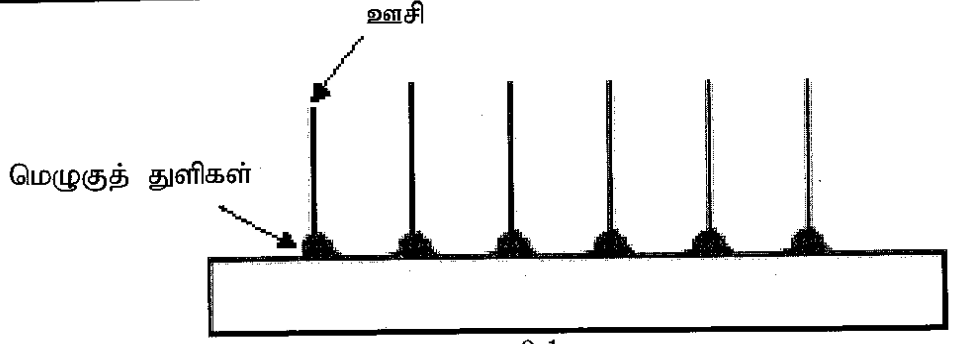
சுயாதீன இலத்திரன் கிடைக்க கூடியதாக இருப்பதால், சிறந்த மின் கடத்திகள், சிறந்த வெப்பகடத்திகளாகவும் இருக்குமென முதலாம் பொறிமுறையின் மூலம் விளக்கலாம்.

கோல் ஒன்றின் வழியே வெப்பக்கடத்தல்

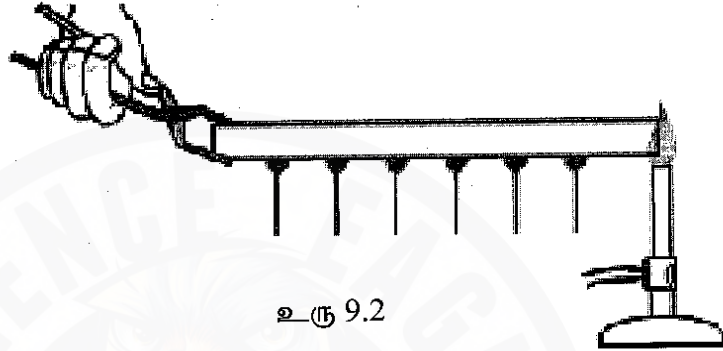
கீழே கூறப்படும் செயல்பாட்டைப் பயன்படுத்திக்கோல் ஒன்றின் வழியே வெப்பம் கடத்தப் படுவதற்குரிய எண்ணக்கருவைப் பெறலாம்.

படிகள்

- (1) 5 - 10 mm வரை விட்டம் உள்ளதும் கிட்டத்தட்ட 20 cm நீளமானதுமான உலோகக் கோல் ஒன்றை எடுக்க (நீளமான திருப்புளி (screw driver) ஒன்றைப் பயன்படுத்த முடியும்).
- (2) மெழுகுவர்த்தி மெழுகினைப் பண்படுத்திக் கோல் வழியே ஊசிகள் பலவற்றைச் சமனான இடைத்தூரங்களில் அமையுமாறும் அவற்றின் கூரிய முனைகள் வெளிநோக்கியதாக இருக்குமாறும் உருவிக் காட்டப்பட்டவாறு ஊன்றുക.



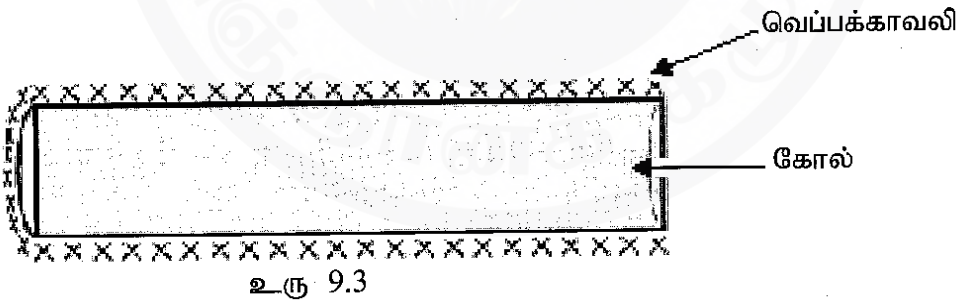
- (3) சிறிய பருத்தித் துணியினால் அல்லது இடுக்கியினால் கோலின் ஒரு முனையை பிடித்து ஊசிகள் கீழே நோக்கத்தக்கதாக சுழற்றுக. பின்னர் சுவாலை மூலம் மறுமுனையை வெப்பமேற்றுக.



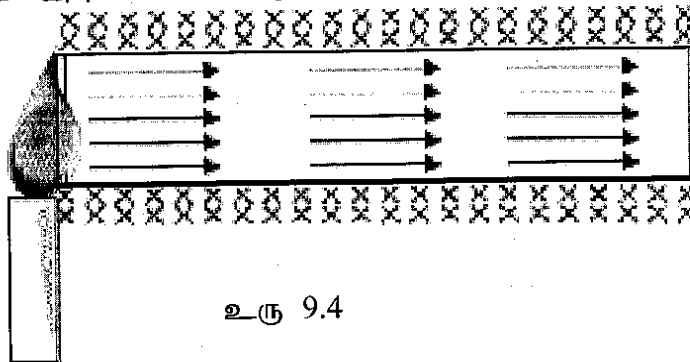
- (4) ஊசிகள் ஏதாவது ஒழுங்கு முறையில் விழுகின்றதா என அவதானிக்க. இதிலிருந்து வெப்பமானது கோலின் வழியே கடத்தப்படுவதற்குரிய எண்ணக்கருவைப் பெறுக.

கோல் வெப்பக் காவலிடப்பட்டபோது (வெப்ப இழுகுதலுக்குட்பட்டபோது) கடத்தல் (Conduction when the rod is lagged)

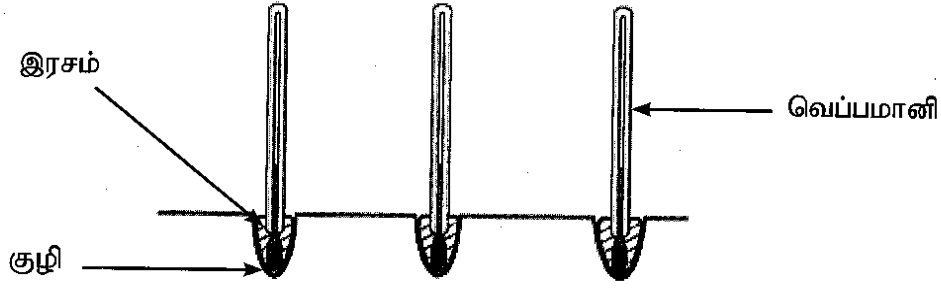
கோலின் வளைந்த மேற்பரப்பு, வெப்பக்காவலிப் பதார்த்தத்தால் மூடப்படின, கோலானது வெப்பக் காவற்குட்பட்டதாகக் கூறப்படும். காவலிடுதல் கீழுள்ளவாறு குறிக்கப்படும்.



கோலின் ஒரு முனைக்கு வெப்பம் கொடுக்கையில், கோலின் அச்சின் வழியேயான வெப்பப் பாய்ச்சலைக் காவலியானது உறுதிசெய்யும். ஏனெனில் வளைந்த மேற்பரப்பினூடு வெப்பம் பாயமாட்டாது. இந்த அச்சின் வழியேயான பாய்ச்சல் அம்புக்குறிகள் மூலம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

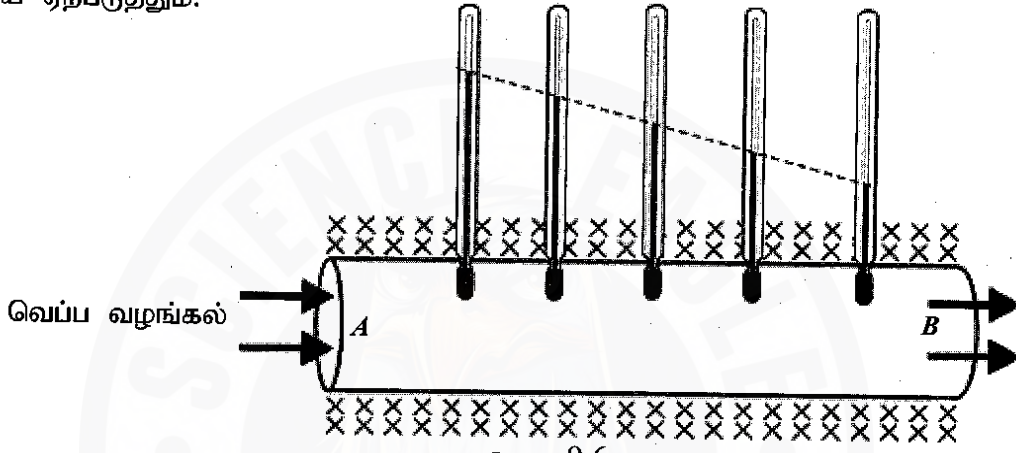


கோலின் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் வெப்பநிலையை அளப்பதற்குக் கோலின் தேவையான புள்ளிகளின் கட்டாயமாகத் துவாரங்கள் அமைத்தல் வேண்டும்.



உரு 9.5

இத்துவாரங்கள் இரசத்தினால் நிரப்பப்பட்டு ஒவ்வொரு வெப்பமானியின் குமிழும் இரசத்தினால் அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளது. இது கோலுக்கும் வெப்பமானியின் குமிழுக்கும் இடையில் சிறந்த வெப்பத் தொடுகையை ஏற்படுத்தும்.

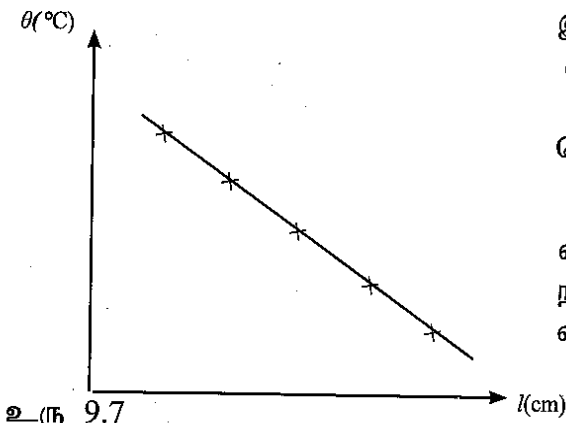


உரு 9.6

கோலின் முனை A ஆனது மாறாவெப்பநிலையிலுள்ள வெப்பமுதலினால் சூடாக்கப்படும். சற்று நேரத்தின் பின் வெப்பமானிகளின் வாசிப்புகள் அதிகரித்து, வெப்பமானிகளின் வாசிப்பில் மேலும் மாற்றம் இல்லாத நிலையை அடையும். இது “உறுதி நிலை” எனப்படும். அதாவது பொருள் ஒன்றின் எல்லாப் புள்ளிகளும் உறுதியான வெப்பநிலையிலிருப்பின் அப்பொருளாது உறுதிநிலையிலிருக்கும்.

குறித்த புள்ளி ஒன்றின் வெப்பநிலையின் அளவீடு குறைந்தது 30 செக்கனுக்கு மாறாதிருக் குமாயின் அப்புள்ளி உறுதி நிலையிலிருப்பதாகத் தீர்மானிக்கலாம்.

சீரான குறுக்குவெட்டைக் கொண்ட காவலிடப்பட்ட கோல் ஒன்று உறுதிநிலையில் வெப்பத்தை கடத்துமாயின், வெப்பநிலை (θ) எதிர் சூடான முனை A யிருந்தான தூரம் l க்குரிய வரைபு கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 9.7

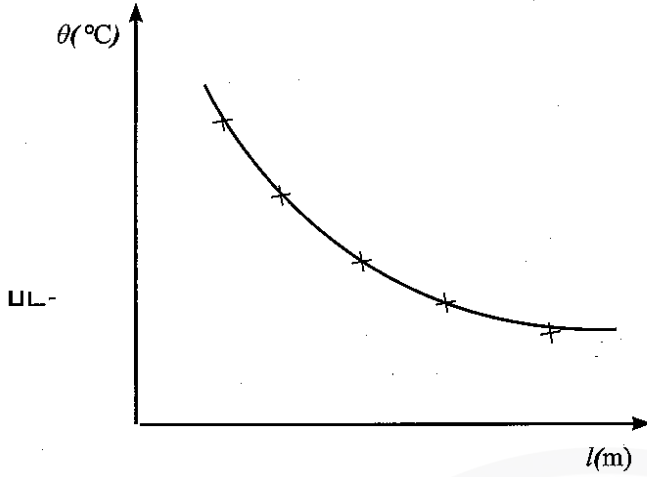
இவ்வரைபானது, வெப்பநிலைப் படித்திறன் மாறிலி என்பதைக் காட்டுகிறது.

$$\text{வெப்பநிலைப்படித்திறன் } \frac{\Delta\theta}{\Delta l},$$

வரைபின் படித்திறனால் கொடுக்கப்படும். உறுதி நிலையில், காவலிடப்பட்டகோலின் அச்சின் வழியே வெப்பநிலைப் படித்திறன் மாறிலியாகும்.

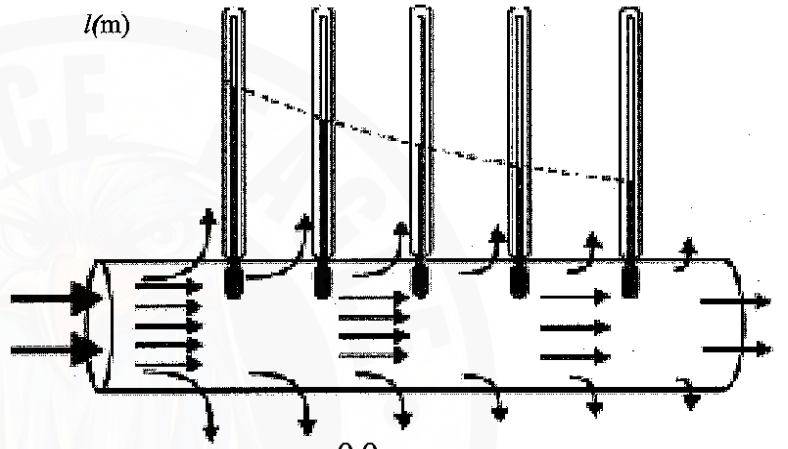
காவல் கட்டப்படாத போது வெப்பக் கடத்தல்

கோலானது காவலிடப்படா விட்டால் (அதாவது வெப்பப் பாய்ச்சல் அச்சின் வழியே இல்லா விட்டால்), உறுதி நிலையில் $\theta - l$ வரைபு கீழே தரப்படுகிறது.



உரு 9.8

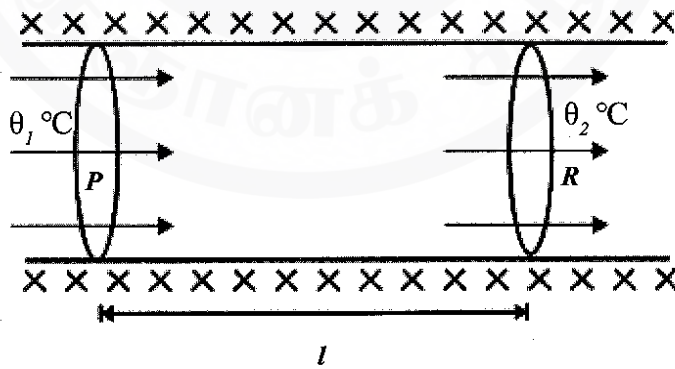
இவ்வரைபானது, வெப்பநிலைப் படித்திறன் மாறிலியல்ல. கோலின் வளைவான பக்கங்கள் வழியே வெப்பம் இடமாற்றப்படுவதால் இது ஏற்படுகிறது. இதன் காரணமாக, வெப்பப் பாய்ச்சல் அச்சின் வழியேயிருக்காது என்பது த்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. உரு 9.9



உரு 9.9

வெப்பக்கடத்தாறு

காவலிடப்பட்ட கோல் ஒன்றின் வழியேயான வெப்பக்கடத்தலைக் கருதுக.



உரு 9.10

உறுதிநிலையில் வெப்பப்பாய்ச்சல் அச்சின் வழியேயிருப்பதால் எந்தவொரு P அல்லது R குறுக்கு வெட்டினூடாகவும் வெப்பப்பாய்ச்சல் வீதம் சமமாகும்.

கோலானது காவலிடப்பட்டிருப்பின் உறுதிநிலையில் வெப்பப்பாய்ச்சல்வீதம் $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ ஆனது

- (1) கோலின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பை (A)
- (2) வெப்பநிலைப்படித்திறன் $\frac{\Delta \theta}{\Delta l}$

என்பவற்றுக்கு நேர் விகிதசமனானதெனப் பரிசோதனை வாயிலாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆகவே $\therefore \frac{\Delta Q}{\Delta t} \propto \frac{A(\theta_1 - \theta_2)}{l}$ இங்கு θ_1, θ_2 முறையே P, R இன் வெப்பநிலை

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = K \frac{A(\theta_1 - \theta_2)}{l}$$

விகிதசமமாறிலி K ஆனது கோலின் பதார்த்தத்தின் வெப்பக் கடத்தாறு எனப்படும்.

$$\therefore K = \frac{\left[\frac{\Delta Q}{\Delta t} \right]}{\left[A \right] \left[\frac{\theta_1 - \theta_2}{l} \right]}$$

அதாவது k என்பது

அலகு வெப்பநிலை படித்திறன் பேணப்படும்போது ஓரலகு குறுக்கு வெட்டுப்பரப்புக்குச் செங்குத்தான வெப்பப்பாய்ச்சல் வீதம் ஆகும்.

$$k \text{ யின் அலகு} \therefore K = \frac{W}{m^2 K/m} = \frac{W}{m K} = W m^{-1} K^{-1}$$

$$k \text{ யின் பரிமாணம் (k)} \quad K = \frac{\left[\frac{\Delta Q}{\Delta t} \right]}{\left[A \right] \left[\frac{\theta_1 - \theta_2}{l} \right]} = \frac{MLT^{-3}}{L^2 \cdot \frac{\theta}{L}} = \frac{MLT^{-3}}{\theta} = MLT^{-3}\theta^{-1}$$

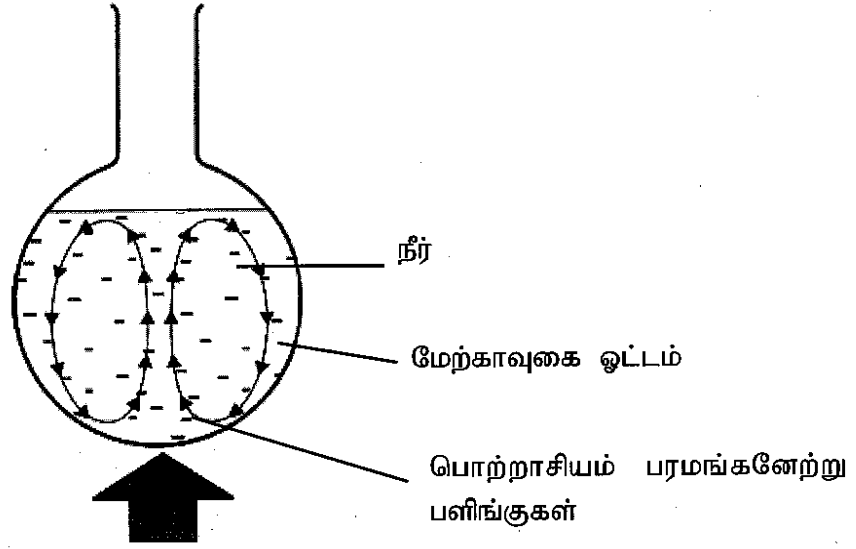
(θ என்பது வெப்பநிலையின் பரிமாணக்குறியீடு என எடுக்கப்படுகிறது.)

வெப்ப மேற்காவுகை

பாயி ஒன்றினூடாக, அப்பாயியின் இயக்கம் காரணமாக வெப்பம் இடமாற்றப்படும் செயல்முறை மேற்காவுகை எனப்படும்.

திரவம் ஒன்றைக் கொண்ட முகவையை அதன் அடிப்பகுதியில் வெப்பமாக்கினால், மேல் பாகத்திலுள்ளதிலும் பார்க்க அடிப்பாகத்திலுள்ள திரவம் சூடாக்கப்படும். பொதுவாக வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது திரவங்களின் அடர்த்திகள் குறையும். எனவே அடிப்பாகத்திலுள்ள வெப்பமாக்கப்பட்ட திரவம் மேலே செல்ல, மேலே உள்ள குளிரான திரவம் கீழே இயங்கும். கீழே செல்லும் இத்திரவமும் வெப்பமாக்கப்பட அது மேலே செல்லும். இச்செயல்முறை தொடர்ந்து நடைபெற மேற்காவுகை ஓட்டம் (உடன் காவுகை ஓட்டம்) என்னும் திரவத்தின் சுற்றோட்டம் உருவாகும்.

மேற்காவுகையானது திரவங்களிலும், வாயுக்களிலும் நடைபெறும் திண்மங்களின் இது நடைபெறமாட்டாது. கீழுள்ள செயல்பாடு மூலம் மேற்காவுகை ஓட்டம் நிகழ்வதைக் காட்டலாம்.



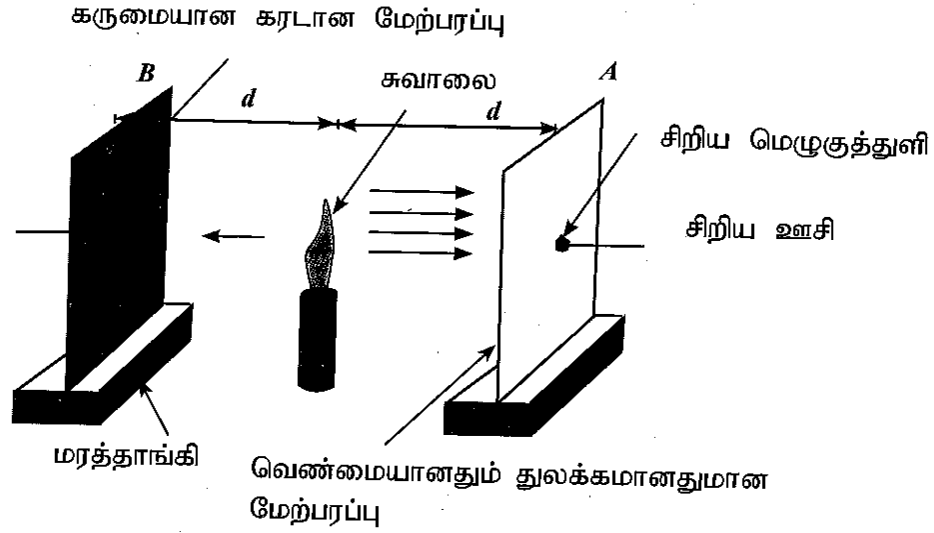
உரு 9.11

பெரிய வட்ட அடிக்குடுவை ஒன்றினுள் சிறிது நீரை இடுக. திறந்த குழாய் ஒன்றை நீரினுள் அதன் ஒரு முனை அதன் அடிப்பாகத்தில் இருக்கக்கதாக்கவைத்து அதனுள் பொற்றாசியம் பரமங்கனேற்றுப் பளிங்குகளை அதன் அடியில் இடுக. குழாயின் மேல் முனையில் விரல் ஒன்றை வைத்து, குடுவையின் அடிப்பாகத்தில் பளிங்குகள் இருக்குமாறு, நிறமூட்டப்பட்ட நீருடன் சேர்த்து குழாயை வெளியில் எடுக்க. பளிங்குகளின் கீழ் சிறிய பன்சன் சுவாலை ஒன்றை வைக்க. ஊதா நிறக்கோடுகள் நீரின் நடுப்பாகத்தினூடு உயர்ந்து குடுவையின் சுவர்பாகத்தின் அண்மையாகக் கீழிறங்கும். எனவே இங்கு மேற்காவுகை ஓட்டம் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

வெப்பத்தின் கதிர்ப்பு

பொருள் ஒன்றின் வெப்பநிலையின் காரணத்தால் மட்டும் இதிலிருந்து காலப்படும் மின் காந்தக்கதிர்ப்பை வெப்பக்கதிர்ப்பு என விபரிக்கலாம். வெப்பக்கதிர்ப்பைக் காலல் செய்யும் காலியினது வெப்பநிலைக்கேற்ப இக்கதிர்ப்பானது ஒரு தொடர்ச்சியான அலை நீளத்தின் வீச்சில் இது உள்ளடக்கப்பட்டிருக்கும். ஏறத்தாழ 1000°C இலும் குறைவான வெப்பநிலைகளில் இச்சக்தியானது ஏறக்குறைய முழுமையாகச் செங்கீழ் அலைநீளத்தையே சார்ந்ததாகும். உயர் வெப்பநிலை கட்புல மற்றும் கழியூதா அலைகளும் உள்ளடங்கும்.

இக்கதிர்ப்பு வெப்பமானது மின், காந்தப் புலங்களினால் தெறிப்படையப்படமாட்டாது. வெற்றிடத்தில் இது $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ கதியுடன் பயணம் செய்யும். புள்ளி முதல் ஒன்றினால் உண்டாக்கப்படும் கதிர்ப்பின் செறிவானது முதலில் இருந்ததான தூரத்துடன் நேர்மாறு வர்க்கத்திற்கு அமைய வீழ்ச்சியடையும்.



உரு 9.12

A, B என்பன ஏறத்தாழ $3\text{cm} \times 4\text{cm}$ பரிமாணமுடைய சர்வசமனான இரண்டு செப்புத்தட்டுகளாகும். A க்கு பளபளப்பான வெண்மையானதும் B க்கு மங்கலான கறுப்பு வர்ணமும் பூசப்பட்டுள்ளன. இரண்டினதும் பின்பக்கத்தில் ஒரே மட்டத்தில் இடப்பட்ட சிறுமெழுகுத் துளிகள் சிறிய ஊசிகளைத் தாங்குகின்றன. ஏறத்தாழ 10cm இடைத்தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள தட்டுகளுக்கு நடுவில் பொருத்தமான சுவாலை ஒன்றானது மெழுகின் அதே மட்டத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

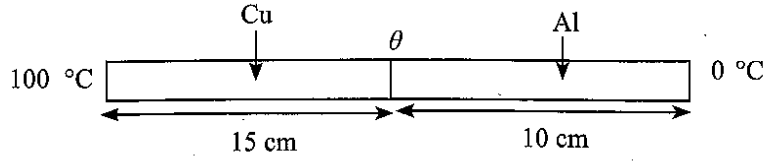
B யிலுள்ள ஊசி முதலிலும் சிறிது நேரத்தின் பின் Aயிலுள்ள ஊசியும் விழுவதை அவதானிக்கலாம். மேற்காவுகை ஓட்டம் மேல் நோக்கியும், வளியானது அரிதிற் கடத்தியாக இருப்பதால் புறக்கணிக்கத்தக்களவு வெப்பக் கடத்தலும் இருப்பதால் A, B இரண்டையும் கதிர்வீசலின் மூலம் மாத்திரம் வெப்பம் அடையும். கருமையான கரடான மேற்பரப்புகள், துலக்கான வெண்மையான மேற்பரப்பிலும் கூடியளவிற்கு வெப்பக்கதிர்வீசலை உறிஞ்சும் என்பதைக் காட்டுகிறது.

செய்துகாட்டப்பட்ட உதாரணங்கள்

1. காவலிடப்பட்ட 25cm நீளமான கூட்டுச்சட்டம் ஒன்று சமகுறுக்கு வெட்டுப்பரப்பைக் கொண்டதும் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்டதுமான 15cm நீளமான செப்புச் சட்டத்தையும் 10cm நீளமான அலுமினியச் சட்டத்தையும் கொண்டது. செப்பின் சுயாதீனமுனை 100°C யிலும் அலுமினியத்தின் சுயாதீன முனையானது 0°C இல் வைக்கப்பட்டுள்ளன. (செப்பு, அலுமினியம் என்பவற்றின் வெப்பக்கடத்தாறு முறையே $390\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, $210\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ஆகும்.)

- அலுமினியம், செப்புக்கோல்களினூடாக வெப்பப் பாய்ச்சல் வீதம் சமமானதா? காரணம் கூறுக.
- சந்தியின் வெப்பநிலையை $\theta^\circ\text{C}$ எனக் கொண்டு
 - செப்புச்சட்டம்
 - அலுமினியச் சட்டம் ஆகியவற்றின் வெப்பநிலைப் படித்திறன்களுக்குரிய கோவைகளை எழுதுக.
- சட்டங்களின் குறுக்குமுகப்பரப்பு A எனக் கொண்டு (a) செப்பு (b) அலுமினியம் என்பவற்றுக்குரிய வெப்ப இடமாற்ற வீதத்திற்குரிய கோவைகளை எழுதுக.
- பகுதி (i) இதற்குரிய விடையைக் கொண்டு, θ ஐக் காண்பதற்குரிய சமன்பாட்டை எழுதி θ ஐக் காண்க.

விடை



உரு 9.13

(i) ஆம், கூட்டுச்சட்டம் (கோல்) காவலிடப்பட்டுள்ளதால் வெப்பப்பாய்ச்சல் அச்சின் வழியேயிருக்கும்.

(ii) a) $\frac{100 - \theta}{15 \times 10^{-2}}$

b) $\frac{\theta - 0}{10 \times 10^{-2}}$

(iii) a) $390 \times A \times \frac{(100 - \theta)}{15 \times 10^{-2}}$

b) $210 \times A \times \frac{\theta}{10 \times 10^{-2}}$

$$390 \times A \times \frac{(100 - \theta)}{15 \times 10^{-2}} = 210 \times A \times \frac{\theta}{10 \times 10^{-2}}$$

(iv) $\therefore \frac{39(100 - \theta)}{15} = \frac{21 \times \theta}{10}$

$$\therefore 39000 - 390\theta = 315\theta$$

$$705 \times \theta = 39000$$

$$\theta = \frac{39000}{705}$$

$$\theta = \underline{\underline{55.3 \text{ } ^\circ\text{C}}}$$

2. வெளிமேற்பரப்பு 250 cm^2 ஐக் கொண்டதும் சுவர்களின் தடிப்பு 2 mm ஐ கொண்டதுமான பாத்திரம் ஒன்று நீருடன் கலக்கப்பட்ட பனிக்கட்டித் துண்டுகளைக் கொண்டுள்ளது. பாத்திரம் $95 \text{ } ^\circ\text{C}$ இல் பேணப்படும் நீர்த்தொட்டி ஒன்றினுள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. உறுதி நிலையில் ஒவ்வொரு நிமிடமும் பனிக்கட்டியின் என்ன திணிவு உருகும்.

பனிக்கட்டியின் உருகலின் தன் மறைவெப்பம் = $3.36 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$

பாத்திரத்தின் பதார்த்தத்தின் வெப்பகடத்தாறு = $0.84 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

விடை

$$\frac{Q}{t} = KA \frac{(\theta_1 - \theta_2)}{l}$$

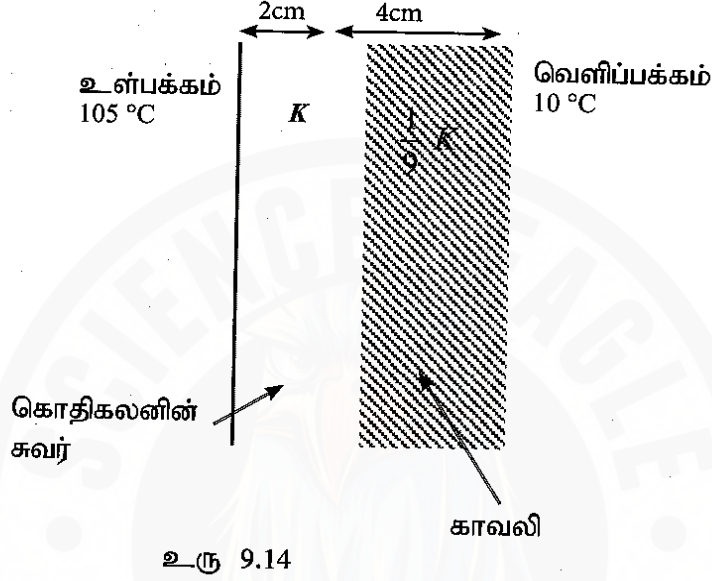
$$\therefore \frac{Q}{t} = 0.84 \times 250 \times 10^{-4} \times \frac{(95 - 0)}{2 \times 10^{-3}}$$

நிமிடமொன்றில் இடமாற்றப்படும் வெப்பம் = $\frac{0.84 \times 250 \times 10^{-4} \times 95}{2 \times 10^{-3}} \times 60$

- ∴ 1kg பனிக்கட்டி உருகத்தேவையான வெப்பம் = $3.36 \times 10^5 \text{ J}$
 ∴ ஒரு நிமிடத்தில் உருகிய பனிக்கட்டியின் திணிவு.

$$= \frac{(0.84 \times 250 \times 10^{-4} \times 95 \times 60) / 2 \times 10^{-3}}{3.36 \times 10^5} = 0.1781 \text{ kg} = 178.1 \text{ g}$$

3. கொதிகலன் ஒன்றின் உள்வெப்பநிலை 105°C கொதிகலச் சுவரின் தடிப்பு 2 cm. அது 4cm தடிப்புள்ளதும் கொதிக்கலனின் பதார்த்தத்தின் $1/9$ பங்கு வெப்பக்கடத்தாறைக் கொண்ட பதார்த்தத்தினால் காவலிடப்பட்டுள்ளது. உறுதிநிலையில் வளியுடன் தொடுகையிலிருக்கும் காவலியின் வெளி மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை 10°C கொதிகலனுக்கும் காவலிக்கும் இடையிலான பொது மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை யாது?



கொதிகலனின் பதார்த்தத்தின் வெப்பக்கடத்துதிறன் k என்க. (S.I அலகுகளில்)

∴ காவலிப் பதார்த்தத்தின் வெப்பம் கடத்துதிறன் $\frac{1}{9} K$ கொதிகலனில் A என்னும் பரப்பைக் கருதுக.

$$\left(\frac{Q}{t}\right)_{\text{சுவரினூடு}} = \left(\frac{Q}{t}\right)_{\text{காவலியினூடு}}$$

$$\therefore K \frac{A(105 - \theta)}{2 \times 10^{-2}} = \frac{1}{9} K \frac{A(\theta - 10)}{4 \times 10^{-2}}$$

$$\therefore \frac{(105 - \theta)}{2} = \frac{(\theta - 10)}{9 \times 4}$$

$$\therefore 18(105 - \theta) = (\theta - 10)$$

$$\therefore 1890 - 18\theta = \theta - 10$$

$$\therefore 19\theta = 1900$$

$$\therefore \theta = \frac{1900}{19} = \underline{\underline{100^\circ \text{C}}}$$

Reference

Breithaupt, J. (2003) Understanding Physics For Advanced Level - Fourth Edition. Nelson Throne, Cheltenham, UK.

Edmonds Jr., D. S. (1993).Cioffari's Experiments in College Physics -Nineth Edition. D. C. Heath and Company, Massachusetts, USA.

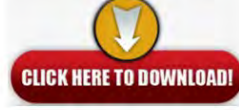
Muncaster, R. (1993). A-level Physics - Fourth Edition. Stanley Thornes (Publishers) Ltd, Cheltenham, UK.

Nelkon, M. & Ogborn, J. M. (1987). Advanced Level Practical Physics - Fourth Edition. Heinemann Educational Books, London, UK.

Tyler, F. (1961). A Laboratory Manual of Physics - Second Edition. Edward Arnold Publishers Limited, London, UK



பௌதீகவியல் வளநூல்
(தனித்தனி அலகுகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது)
(UNIT WISE – TAMIL MEDIUM)



இரசாயனவியல் வளநூல்
(தனித்தனி அலகுகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது)
(UNIT WISE – TAMIL MEDIUM)



உயிரியல் வளநூல்
(TAMIL MEDIUM)



இன்றும் பல பயனுள்ள தகவல்களைப் Telegram இல் பெற்றுக் கொள்ள எமது Channel இல் இணைந்திருங்கள்



/ **ScienceEagle**

CLICK HERE TO JOIN

எமது Updates களை உடனுக்குடன் உங்கள் வாட்ஸ்அப் இல் (Broadcast Service) ஊடாக பெற்றுக்கொள்ள இன்றே செயற்படுததுங்கள்



072-5161322

CLICK HERE

www.ScienceEagle.com

இலங்கையின் உயர்தர கணித விஞ்ஞான பிரிவிற்கான தனித்துவமான இணையதளம்