

**8. வெப்ப இயக்கவியல் (THERMODYNAMICS)**
**அறிமுகம் :**

வெப்ப இயக்கவியலானது வெப்ப மற்றும் வேலை ஆகியவற்றிற்கிடையேயான தொடர்பை விளக்குகிறது. மேலும் ஒரு வகையான ஆற்றலானது மற்றொரு வகை ஆற்றலாக மாறுவதை விளக்குகிறது.

**வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு : (Thermodynamic system)**

வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பு என்பது ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படும் அண்டத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியாகும். இப்பகுதி உண்மையான அல்லது கற்பனையான எல்லைகளால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

**சுற்றுப்புறம் (அ) வெளிப்புறம் (Surrounding)**

ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட பகுதி தவிர எஞ்சியுள்ள அண்டத்தின் பிற பகுதிகள் சுற்றுப்புறம் எனப்படும்.

**எல்லை (Boundary) :**

- > அமைப்பை சுற்றுப்புறத்திலிருந்து பிரிப்பு எல்லை எனப்படும்.
- > எடுத்துக்காட்டாக A மற்றும் B ஆகிய இரு அமைப்புகளுக்கிடையே நிகழும் செயல்முறையைக் கருதுவோம். A மற்றும் B இரண்டும் சேர்ந்து ஒரு அமைப்பை உருவாக்குவதாகக் கொள்வோம். முகவை, அதன் சுவர்கள், காற்று அறை ஆகியவை சுற்றுப்புறத்தை உருவாக்குகின்றன. அமைப்பு மற்றும் சுற்றுப்புறத்தின் தன்மையைப் பொருத்து எல்லை (Boundary) நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. பொருண்மை அல்லது ஆற்றல் பரிமாற்றம் அடைவதன் மூலம் சுற்றுப்புறமானது அமைப்பை பாதிக்கிறது.

**அமைப்பின் வகைகள் : (Type of System)**

அமைப்பு மற்றும் சுற்றுப்புறம் ஆகியவற்றிற்கிடையே நிகழும் பரிமாற்றங்களைப் பொருத்து வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்புகள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

**தனித்த அமைப்பு : (Isolated system)**

ஒரு அமைப்பிற்கும், சுற்றுப்புறத்திற்கும் இடையே பொருண்மை மற்றும் ஆற்றல் பரிமாற்றம் நிகழாமல் இருந்தால் அது தனித்த அமைப்பு எனப்படும். சோதனைப் பொருளைக் கொண்டுள்ள வெப்பங்கடத்தா சுவரினாலான தெர்மா குடுவை தனித்த அமைப்பிற்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

**மூடிய அமைப்பு (Closed System)**

ஒரு அமைப்பில் அமைப்பிற்கும், சுற்றுப்புறத்திற்குமிடையே ஆற்றல் மட்டும் பரிமாற்றம் அடைந்தால், அது மூடிய அமைப்பு எனப்படும்.

மூடிய குழாய் ஒன்றினுள் ஆவியுடன் சமநிலையில் உள்ள திரவத்தைக் கருதுவோம். குழாயினை வெப்பப்படுத்தும் போதோ அல்லது குளிர்வைக்கும்போதோ ஆற்றல் பரிமாற்றம் நிகழ்கிறது. ஆனால் பொருண்மை அடைவதில்லை.

**திறந்த அமைப்பு (Open System)**

ஒரு அமைப்பில் அமைப்பிற்கும், சுற்றுப்புறத்திற்குமிடையே பொருண்மை மற்றும் ஆற்றல் ஆகிய இரண்டும் பரிமாற்றம் அடைந்தால் அது திறந்த அமைப்பு எனப்படும்.

திறந்த முகவை ஒன்றிலுள்ள உப்பின் நீர்க்கரைசல் திறந்த அமைப்பிற்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

**வெப்ப இயக்கவியற் செயல்முறையில் குறிப்பிடும் குறியீடுகளின் விளக்கம்**

$Q_1$	→	உட்கவரப்பட்ட வெப்பம்
$Q_2$	→	வெளிவிடப்பட்ட வெப்பம்
$dT$	→	வெப்பநிலையில் மாற்றம்
$dQ$	→	வெப்ப ஆற்றலின் மாற்றம்
$dW$	→	செய்யப்பட்ட வெலை
$T_1$	→	வெப்ப மூலத்தின் வெப்பநிலை
$T_2$	→	வெப்ப ஏற்பியின் வெப்பநிலை
$P$	→	வாயுவின் அழுத்தம்
$V$	→	வாயுவின் கன அளவு
$\gamma$	→	வெப்ப ஏற்புத்திறன்களின் தகவு $r = \frac{C_p}{C_v}$
$\mu$	→	வாயுவில் உள்ள மோல்களின் எண்ணிக்கை.
$C_v$	→	ஒரு வாயுவின் பருமன் மாறா மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்
$C_p$	→	வாயு ஒன்றின் அழுத்தம் மாறா மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்
$C$	→	வாயு ஒன்றின் மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்
$\Delta U$	→	அக ஆற்றல் மாற்றம்
$\eta$	→	இயந்திரத்தின் இயக்குத்திறன்
$\alpha$	→	குளிர்ப்பதனியின் செயல்திறன் எண் (COP)
$H$	→	எந்தால்பி (Enthalpy)
$G$	→	கட்டிலா ஆற்றல்
$f$	→	உரிமைப் படிக்க
$\Delta s$	→	என்ட்ரோபி (Entropy)
$K$	→	அழுக்கப்படும் திறன் (Compressibility)

**வெப்பச் சமநிலை (Thermal Equilibrium)**

ஒரு வெப்ப இயக்கவியற் அமைப்பில் பொருண்மை மாறிகள் (Macro variables) அழுத்தம், கனஅளவு, வெப்பநிலை, நிறை மற்றும் இதன் கூடுதல் ஆகியவை நேரத்தைப் பொறுத்து மாறாத பண்புகளைப் பெற்றிருந்தால் அது வெப்ப இயக்கவியல் சம நிலையில் உள்ளது எனப்படும்.

**வெப்ப ஆற்றல் (Heat)**

வெப்பநிலை வெறுபாட்டின் காரணமாக ஆற்றலானது ஒரு அமைப்பிலிருந்து மற்றொரு அமைப்பிற்கு மாற்றப்படும் நிகழ்வு வெப்பம் ஆகும். வெப்பம் என்பது ஒரு ஸ்கேலர் அளவு ஆகும். இதன் அலகு ஜீல் மற்றும் இதனுடைய பழைய அலகு கலோரி ஆகும். ஒரு கலோரி என்பது 4.186J ஆகும். இது அமைப்பின் பாதையை சார்ந்தது. அமைப்பால் உட்கரப்பட்ட வெப்பம் நேர் மதிப்பாகவும், அமைப்பால் வெளிவிடப்படும் வெப்பம் எதிர் மதிப்பாகவும் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது.

**வேலை (Work)**

வெப்ப இயக்கவியல் வேலை என்பது விசையை (F) இடப்பெயர்ச்சியால் (S) பெருக்குவதால் கிடைப்பதாகும்.  $W = F.S$ . வேலையானது அமைப்பின் எல்லையில் வெளிப்படுகிறது. அமைப்பின் நிலையில் மாற்றம் நிகழும்போது வேலை வெளிப்படுகிறது. வேலையானது சுற்றுப்புறத்தில் ஒரு நிலையான விளைவை ஏற்படுத்துகிறது. வேலை நிலை சார்பானதல்ல மற்றும் வழி சார்பு கொண்டது. P - V சுட்டுப்படத்தில் PV - வளைவரையின் கீழுள்ள பரப்பானது செய்யப்பட்ட வேலையைக் குறிக்கிறது. சுழற்சி செயல்முறையில் சுழற்சி விளைவரையின் கீழுள்ள பரப்பானது செய்யப்பட்ட வேலையை குறிக்கிறது. சுழற்சியானது கடிகாரமுள் திசையில் இருந்தால் வேலை நேர்மதிப்பாகவும், சுழற்சியானது கடிகாரமுள் திசைக்கு எதிர்திசையில் இருந்தால் வேலை எதிர்மதிப்பாகவும் இருக்கும்.

**அக ஆற்றல் (Internal Energy)**

- > அக ஆற்றல் என்பது வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பின் ஆற்றலாகும். ஆற்றல் என்பது வேலை செய்வதற்கான திறன் என்று வரையறுக்கப்படுகிறது. அமைப்பின் நிலையில் மாற்றம் ஏற்படும் பொழுது, அமைப்பின் ஆற்றல் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. ஒரு அமைப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றல் மற்றும் நிலை ஆற்றல் இவற்றின் கூடுதலே அக ஆற்றல் எனப்படும். இது U என்று குறிக்கப்படுகிறது.
- > அக ஆற்றல் என்பது நிலைச் சார்பு கொண்டது. இதன் மதிப்பு தொடக்க மற்றும் இறுதி நிலையைச் சார்ந்ததாகும்.
- > அக ஆற்றல் என்பது பொருண்மை சார் பண்பாகும். இதன் எண் மதிப்பு அமைப்பிலுள்ள பொருளின் அளவைப் பொருத்ததாகும்.
- > அக ஆற்றல் என்பது வழிச் சார்பு கொண்டதல்ல. இதன் மதிப்பு தொடக்க மற்றும் இறுதிநிலைகளைப் பொறுத்து மாறுவதில்லை.
- > SI அலகில் ஆற்றலின் அலகு 'J' (அ) 'KJ' ஆகும்.

**வெப்ப இயக்கவியல் மாறிகள் : Thermodynamics Variables)**

அழுத்தம்(P), கனஅளவு (V) மற்றும் வெப்பநிலை (T) முதலியன அமைப்பின் நிலையைப் பொறுத்து இருப்பதால் அமைப்பின் பொருண்மை பண்புகள் எனப்படும். வெப்பம் மற்றும் ஆற்றல் ஆகியவை அமைப்பின் பொன்மை பண்புகள் அல்ல.

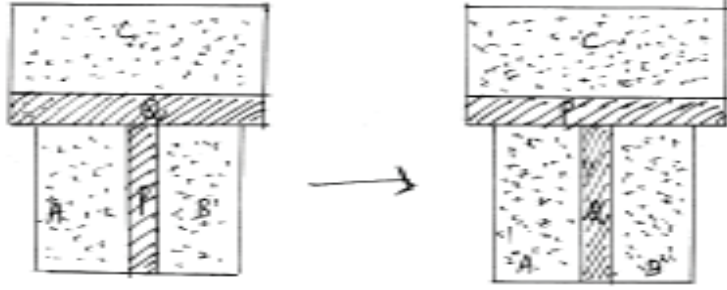
வெப்ப இயக்கவியல் மாறிலிகள் இரண்டு வகைப்படும்.

**அவையானவன : 1) புறப்பண்புகள் 2) அகப்பண்புகள்.**

அக ஆற்றல் (U) , கன அளவு (V), மொத்த நிறை (M) ஆகியவை புறப்பண்புகள் ஆகும். அழுத்தம் (P) வெப்பநிலை (T) மற்றும் அடர்த்தி (P)ஆகியவை அமைப்பின் அகப்பண்புகள் ஆகும்.

**வெப்ப இயக்கவியலின் சுழி விதி (Zeroth Law of Thermodynamics)**

வெப்ப இயக்கவியலின் சுழி விதியானது “ இரு தொகுதிகள் தனித்தனியே ஒரு மூன்றாவது தொகுதியுடன் வெப்பச் சமநிலையில் இருப்பின் அவை ஒன்றோடொன்று வெப்பச் சமநிலையில் இருக்கும்.” வெப்பநிலையை மிக ஆழ்ந்த முறையில் வரையறுப்பதற்கும் வெப்ப இயக்கவியலின் சுழி விதி உதவுகிறது.



i) A,B இரண்டும் வெப்ப சமநிலையில் உள்ளன.

ii) A,B,C மூன்றும் வெப்பச் சமநிலையில் உள்ளன.

வெப்ப இயக்கவியல் சுழி விதியானது வெப்பச் சமநிலை விதி என்றழைக்கப்படுகிறது. ஒரு அமைப்பின் வெப்பநிலை மாற்றத்தைப் பற்றி அறிவதற்கு இவ்விதி அடிப்படையாகும்.

(எ.கா) முகவையிலுள்ள நீரில் வெப்பமானி ஒன்றை வைப்பதாகக் கொள்வோம். ஒன்றோடொன்று சேர்ந்துள்ள இந்த இரண்டு பொருள்கள் வெப்பச் சமநிலையில் இருக்கும். வெப்பமானியின் வெப்பநிலை மற்றும் நீரின் வெப்பநிலை ஆகியவை சமமாக இருப்பதால் வெப்பச் சமநிலையை அடைந்ததாக கருதப்படும்.

**வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி : (First Law of Thermodynamics)**

வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதியானது ஆற்றல் மாறா விதி என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது பின்வருமாறு: அமைப்பிற்குக் கொடுக்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றல், அமைப்பின் அக ஆற்றல் மாறுபாடு மற்றும் அமைப்பினால் செய்யப்பட்ட வேலை இவற்றின் கூடுதலுக்குச் சமம் என வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி கூறுகிறது.

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

$\Delta Q \rightarrow$  அமைப்பிற்கு கொடுக்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றல்.

$\Delta W \rightarrow$  அமைப்பில் செய்யப்பட்ட வேலை.

$\Delta U \rightarrow$  அமைப்பின் அக ஆற்றல் மாறுபாடு.

**தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் (Specific heat capacity)**

ஒரு பொருளின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் எனப்படுவது, ஒரு மோல் அளவுள்ள வாயு ஒன்றின் வெப்பநிலையை 1K வெப்பநிலையை உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்ப ஆற்றலின் அளவு என வரையறுக்கப்படுகிறது. இதன் அலகு  $\text{Jmol}^{-1} \text{K}^{-1}$ .

வாயு ஒன்றின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனின் மதிப்பு அதற்கு வெப்ப ஆற்றல் அளிக்கப்படும் விதத்தைப் பொருத்து  $-\alpha$  க்கும்  $+\alpha$  க்கும் இடையில் உள்ளது.

ஒரு வாயுவின் நிறை  $m$  என்க. அதன் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்  $C$  என்க.  $\Delta Q$  என்ற வெப்ப ஆற்றல் உட்கவரப்படும் பொழுது, வெப்பநிலையில் உயர்வு  $\Delta T$  எனில்,

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

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

**நேர்வு (i) :**

வாயு ஒன்று அதன் கீழிலிருந்து பாதிக்கா வண்ணம் ஒரு வெப்பங்கடத்தா பாதுகாப்பு அளிக்கப்பட்டு திடீரென்று அமுக்கப்படும்போது அது வெப்பப்படுத்தப்படுவதால் வெளியிலிருந்து வெப்பம் அளிக்கப்படாத போதும் அதன் வெப்பநிலை உயர்கிறது.

$$\text{அதாவது : } \Delta Q = 0$$

$$\therefore C = 0$$

**நேர்வு (ii) :**

வாயுவினை மெதுவாக விரிவடைய அனுமதிக்கப்படும்போது வெப்பநிலை மாறாது இருக்க அதற்கு வெளியிலிருந்து  $\Delta Q$  என்ற அளவுள்ள வெப்ப ஆற்றல் அளிக்கப்படுகிறது.

$$\text{அதாவது : } \Delta T = 0$$

$$\therefore C = \frac{\Delta Q}{m \times \Delta T} = \frac{\Delta Q}{0} = +\infty$$

( $\therefore$  வெப்ப ஆற்றல் வெளியிலிருந்து அளிக்கப்படுவதால்  $\Delta Q$  நேர்க்குறியைப் பெறுகிறது)

**நேர்வு (iii) :**

வாயு மெதுவாக அமுக்கப்படும்போது தோன்றும் வெப்பம்  $\Delta Q$  வெப்பநிலை மாறாமல் இருக்கும் வகையில் வெளியேக் கடத்தப்படுகிறது.

$$\text{எனவே : } C = \frac{\Delta Q}{m \times \Delta T} = \frac{\Delta Q}{0} = +\infty$$

( $\therefore$  தொகுதியினால் வெப்பம் அளிக்கப்படுவதால்  $\Delta Q$  எதிர்க்குறியாகும்.)

எனவே ஒரு வாயுவின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனைக் காண்பதற்கு அதனுடைய அழுத்தம் அல்லது பருமன் மாறிலியாக வைக்கப்பட வேண்டியுள்ளது. இதன் விளைவாக ஒரு வாயு இரு தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்களைக் கொண்டுள்ளது. அவையாவன :

1) பருமன் மாறா தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்.

2) அழுத்தம் மாறா தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்.

**ஒரு வாயுவின் பருமன் மாறா மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $C_v$ )**

பருமன் மாறாது இருக்கும் போது ஒரு மோல் அளவுள்ள வாயுவின் வெப்பநிலையை 1K உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்ப ஆற்றல் அளவு வாயுவின் பருமன் மாறா மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $C_v$ ) என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$dQ = \mu C_v dT = dU \quad (\because dW = pdv = 0)$$

**வாயு ஒன்றின் அழுத்தம் மாறா மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $C_p$ ) :**

அழுத்தம் மாறாது இருக்கும்போது ஒரு மோல் அளவுள்ள வாயுவின் வெப்பநிலையை 1K உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்ப ஆற்றலின் அளவு வாயுவின் அழுத்தம் மாறா மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் ( $C_p$ ) எனப்படும்.

$$dQ = \mu C_p dT = dU + dW$$

**வாயு ஒன்றின் மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் :**

வாயு ஒன்றின் மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் எனப்படுவது, ஒரு மோல் அளவுள்ள வாயு ஒன்றின் வெப்பநிலையை 1K உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்ப ஆற்றலின் அளவு என வரையறுக்கப்படுகிறது. இதன் அலகு  $\text{Tmol}^{-1}\text{K}^{-1}$ .

$$C = \frac{S}{\mu}$$

$$C = \frac{1}{\mu} \left[ \frac{\Delta Q}{\Delta T} \right]$$

இங்கு S என்பது வெப்ப ஏற்புத்திறன். அதாவது  $S = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$

i) வாயுவின் மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் அழுத்தம் மாறாதபோது மற்றும் வாயுவின் பருமன் மாறா

மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் இவற்றின் இடையேயுள்ள தகவு  $\gamma$  எனப்படுகிறது.  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$

ii)  $\gamma$  மற்றும் R - ஐ பொறுத்து  $C_p$  மற்றும்  $C_v$

$$C_v = \frac{R}{\gamma - 1} \text{ மற்றும் } C_p = \gamma C_v = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}$$

iii) எந்த ஒரு வாயுவிற்கும்  $\gamma = 1 + \frac{2}{f}$  என்பது  $f \rightarrow$  வாயுவின் உரிமைப்படிக்கள்.

**$C_p, C_v$  - இவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பு (மேயரின் தொடர்பு)**

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதிப்படி, வாயுவால் உட்கவரப்பட்ட வெப்ப ஆற்றலின் அளவு

$$\Delta Q = \Delta U_{\text{int}} + P\Delta V$$

(i) மாறா கன அளவில் வெப்ப ஆற்றல் உட்கவரப்பட்டால், கனஅளவில் மாற்றம்  $\Delta U = 0$

$$C_v = \left[ \frac{\Delta Q}{\Delta T} \right]_V = \left[ \frac{\Delta U_{\text{int}}}{\Delta T} \right]_V = \left[ \frac{\Delta U_{\text{int}}}{\Delta T} \right]$$

நல்லியல்பு வாயுவின் அக ஆற்றலானது வெப்பநிலையை மட்டும் பொருத்து உள்ளதால். மேற்குறிப்பிட்ட கடைசி சமன்பாட்டில் கன அளவை குறிப்பிடவில்லை.

(ii) மாறா அழுத்தத்தில் ஒரு நல்லியல்பு வாயுவால் உட்கவரப்பட்ட வெப்பத்தின் மதிப்பு  $\Delta Q$  எனில்

$$C_p = \left[ \frac{\Delta Q}{\Delta T} \right]_P = \left[ \frac{\Delta U_{\text{int}}}{\Delta T} \right]_P + P \left[ \frac{\Delta U_{\text{int}}}{\Delta T} \right]_P$$

$$C_p = C_v + P \left[ \frac{\Delta U_{\text{int}}}{\Delta T} \right]_P$$

$$C_p - C_v = P \left[ \frac{\Delta U_{\text{int}}}{\Delta T} \right]_P$$

ஒரு நல்லியல்பு வாயுவின் ஒரு மோலில், நல்லியல்பு வாயு சமன்பாட்டை சமன்படுத்தி  $PV = RT$  நாம் பெறுவது.

$$P \left[ \frac{\Delta U_{\text{int}}}{\Delta T} \right]_P = R$$

$$\therefore C_p - C_v = R$$

**வெப்ப இயக்கவியல் செயல்முறைகள் :**

**வெப்பநிலை மாறாச் செயல்முறை (Iso thermal process)**

வெப்பநிலை மாறாச் செயல்முறை என்பது அமைப்பின் வெப்பநிலையானது தொடக்க மற்றும் இறுதி நிலைகளின் போது மாறாமல் இருக்கும் செயல்முறையாகும். வெப்பநிலை மாறாச் செயல்முறையின் போது அமைப்பானது வெப்பத்தை சுற்றுப்புறத்துடன் பரிமாற்றம் செய்துக்கொள்வதால் அமைப்பின் வெப்பநிலை மாறாமல் உள்ளது.

**நிலையை குறிக்கும் சமன்பாடு :**

இந்த செயல்முறையில், அழுத்தம் மற்றும் பருமன் மாறுகிறது. ஆனால் வெப்பநிலை மாறாது. அதாவது வெப்பநிலையில் மாற்றம்  $\Delta T = 0$  எனவே பாயிலின் விதிக்கு உட்படுகிறது.

$$\therefore PV = \text{மாறிலி}$$

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

**சுட்டுப்படம் :**

PV = மாறிலி விதிப்படி, P மற்றும் V இடையே வரையப்பட்ட வரைபடமானது செவ்வக அதிபரவளையத்தின் ஒரு பகுதியாகும்.

வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் வரையப்பட்ட வளைவானது ஒன்றுக்கொன்று இணையாக இருந்தால் அது சம வெப்பநிலை நிகழ்வு எனப்படும்.

$$T_1 < T_2 < T_3$$

இரண்டு சம வெப்பநிலை செயல்முறை வளைவுகள் ஒன்றையொன்று குறுக்கிடாது.

i) சமவெப்பநிலை வளைவின் சாய்வு :

PV = மாறிலி சமன்பாட்டை வகைப்படுத்த

$$PdV + VdP = 0$$

$$PdV = -VdP$$

$$\Rightarrow \text{சாய்வு} = \tan\theta = \frac{dP}{dV} = \frac{-P}{V}$$

ii) சமவெப்பநிலை வளைவு மற்றும் பருமனை குறிப்பிடும் அச்சிற்கு இடைப்பட்ட பரப்பானது. செயல்முறையில் செய்யப்பட்ட வேலையை குறிக்கிறது.

> பருமன் அதிகரித்தல்,  $\Delta W = +$  (வளைவின் கீழுள்ள பரப்பு)

> பருமன் குறைந்தால்  $\Delta W = -$  (வளைவின் கீழுள்ள பரப்பு)

**தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்**

சமவெப்பநிலை செயல்முறையில் வாயுவின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனின் மதிப்பு முடிவிலியாகும்.

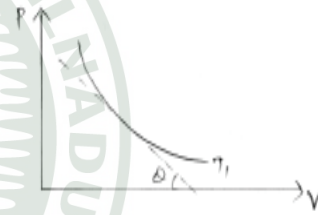
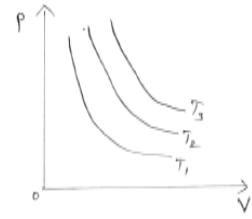
$$C = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{Q}{mXO} = \alpha \quad [ \because \Delta T = 0 ]$$

சமவெப்பநிலை செயல்முறையில் செய்யப்பட்ட வேலை :

$$W = \int_{V_i}^{V_f} Pdv = \int_{V_i}^{V_f} \frac{\mu RT}{V} dV \quad [ \because PV = \mu RT ]$$

$$W = \mu RT \log_e \left[ \frac{V_f}{V_i} \right] = 2.303 \mu RT \log_{10} \left[ \frac{V_f}{V_i} \right]$$

$$W = \mu RT \log_e \left[ \frac{P_i}{P_f} \right] = 2.303 \mu RT \log_{10} \left[ \frac{P_i}{P_f} \right]$$



சமவெப்பநிலை செயல்முறையில் வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதிப்படி :

$$\Delta q = \Delta U + \Delta W \text{ என்ற சமன்பாட்டிலிருந்து}$$

$$\Delta T = 0 \text{ எனில் } \Delta U = 0$$

$$\Delta Q = \Delta W$$

சமவெப்பநிலை மாற்றத்தின் வகைப்படும் வெப்ப ஆற்றலானது வெளிப்புறத்திற்கு எதிராக செய்யப்படும் வேலைக்கு பயன்படுகிறது.

**வெப்பமாற்றீடற்ற செயல்முறை : (Adiabatic process)**

வெப்பம் மாறாச் செயல்முறை என்பது அமைப்பிற்கும் சுற்றுப்புறத்திற்குமிடையே வெப்ப பரிமாற்றம் இல்லாமல் நிகழ்த்தப்படும் செயல்முறையாகும். அனைப்பானது வெப்பம் கடத்தா பொருளால் ஆனதால் சுற்றுப்புறத்துடன் வெப்பத்தை பரிமாற்றம் செய்து கொள்ள முடியாது.

**நிலையை குறிக்கும் சமன்பாடு :**

இந்த செயல்முறையில் அழுத்தம், கன அளவு மற்றும் வெப்பநிலை மாறுகிறது. ஆனால் வெப்ப ஆற்றல் மாறாது. வெப்பமாறா மாற்றத்தில் நல்லியல்பு வாயுவானது பாயிலின் விதிக்கு உட்படாது. ஆனால் பாய்சான் விதிக்கு (Poisson's law) உட்படுகிறது. எனவே இவ்விதிப்படி

$$PV^\gamma = \text{மாறிலி}$$

$$\text{இங்கு } \gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

**சுட்டுப்படம் :**

வெப்பம் மாறா வளைவின் சாய்வு :

$$\tan \phi = -\gamma \left( \frac{C_p}{C_v} \right)$$

**தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் :**

வெப்பம் மாறா மாற்றத்தில் வாயுவின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனின் மதிப்பு சுழியாகும்.

$$C = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} = \frac{0}{m\Delta T} = 0$$

$$\therefore \Delta Q = 0$$

**வெப்பமாறா செயல்முறையில் செய்யப்பட்ட வேலை**

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dv = \int_{V_i}^{V_f} \frac{K}{V^\gamma} dv$$

$$W = \frac{[P_i V_i - P_f V_f]}{[\gamma - 1]} = \frac{\mu R [T_i - T_f]}{[\gamma - 1]} \text{ or } \frac{\mu R [T_f - T_i]}{[1 - \gamma]}$$

$$\therefore PV^\gamma = K, P_f V_f = \mu R T_f \text{ மற்றும் } P_i V_i = \mu R T_i$$

i)  $W \propto$  வாயுவின் அளவு ( $\mu$  அல்லது  $M$ )

ii)  $W \propto$  வெப்பநிலை வேறுபாடு ( $T_i - T_f$ )

iii)  $W \propto \frac{1}{\gamma - 1}$

$$\therefore \gamma \text{ ஓரணு} > \gamma \text{ ஈரணு} > \gamma \text{ மூவணு} \Rightarrow W \text{ ஓரணு} < W \text{ ஈரணு} < W \text{ மூவணு}$$



வெப்பம் மாறா செயல்முறையில் வெப்ப இயக்கவியல் விதி :

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

$$\Delta Q = 0$$

$$\therefore \Delta U = -\Delta W$$

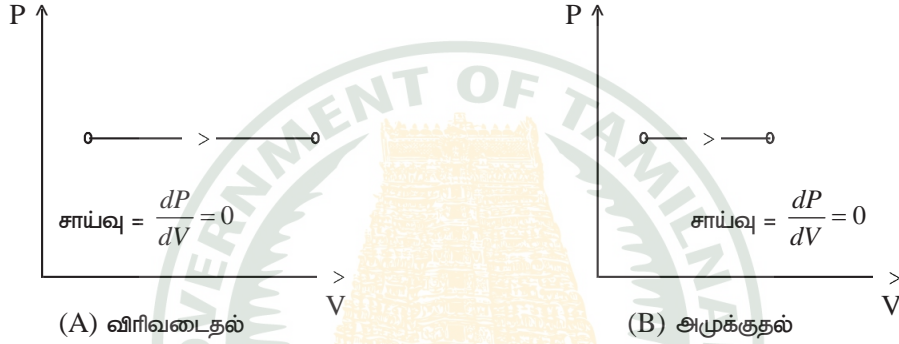
i)  $\Delta W =$  நேர்மதிப்பு எனில்  $\Delta U =$  எதிர்மதிப்பு. ஆகையால் வெப்பநிலை குறைகிறது. அதாவது வெப்பம்மாறா விரிவடைதலானது குளிர்ந்தலை ஏற்படுத்துகிறது.

ii)  $\Delta W$  எதிர்மதிப்பு எனில்  $\Delta U =$  நேர்மதிப்பு ஆகவே வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. அதாவது வெப்பம்மாறா அழுக்கமானது வெப்பமடைதலை ஏற்படுத்துகிறது.

அழுத்தம் மாறாச் செயல்முறை

அழுத்தம் மாறாச் செயல்முறையின் போது அமைப்பானது தொடக்க நிலையிலிருந்து இறுதி நிலைக்குச் செல்லும்போது அதன் அழுத்தம் மாறுவதில்லை.

சுப்படுப்படம்



(i) சம அழுத்த முறையில் விரிவடைதல் (வெப்பமடைதல்)

- வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. ஆகவே  $\Delta U$  நேர்மதிப்பு உடையது.
- கனஅளவு குறைகிறது. ஆகவே  $\Delta W$  நேர்மதிப்பு உடையது.
- வெப்ப ஆற்றல் அமைப்பிற்கு செல்கிறது. ஆகவே  $\Delta Q$  நேர்மதிப்பு உடையது.

(ii) சம அழுத்த முறையில் அழுக்கம் (குளிர்வடைதல்)

- வெப்பநிலை குறைகிறது. ஆகவே  $\Delta U$  எதிர்மதிப்பு உடையது.
- கனஅளவு குறைகிறது. ஆகவே  $\Delta W$  எதிர்மதிப்பு உடையது.
- அமைப்பிலிருந்து வெப்ப ஆற்றல் வெளியேறுகிறது. ஆகவே  $\Delta Q$  எதிர்மதிப்பு உடையது.

தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன் :

சம அழுத்த செயல்முறையில் வாயுவின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்.

$$C_p = \left[ \frac{f}{2} + 1 \right] R$$

சம அழுத்த செயல்முறையில் செய்யப்பட்ட வேலை :

$$\Delta W = \int_{V_i}^{V_f} P dV = P \int_{V_i}^{V_f} dvP [V_f - V_i] \quad \because P = \text{மாறிலி}$$

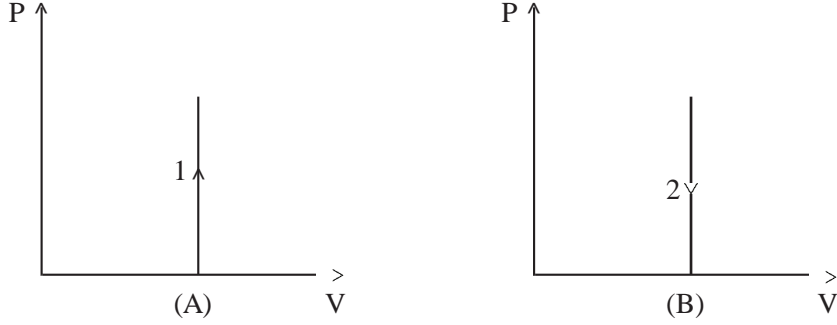
$$\Rightarrow \Delta W = P[V_f - V_i] = \mu R [T_f - T_i] = \mu R \Delta T$$

$$\Delta W = \mu R \Delta T$$

**பருமன் மாறாச் செயல்முறை :**

பருமன் மாறாச் செயல்முறையின் போது அமைப்பானது தொடக்க நிலையிலிருந்து இறுதி நிலைக்குச் செல்லும்போது அதன் கன அளவு மாறுவதில்லை.

சுட்டுப்படம் :



சுட்டுப்படத்தின் சாய்வானது  $\frac{dP}{dV} = \infty$

(i) பருமன் மாறாது போது வெப்பமடைதல்.

> அழுத்தம்  $\rightarrow$  அதிகரிக்கிறது, வெப்பநிலை  $\rightarrow$  அதிகரிக்கிறது.

ஆகவே  $\Delta Q$  மற்றும்  $\Delta U$  இரண்டும் நேர் மதிப்பு உடையதாக இருக்கும்.

ii) பருமன் மாறாதா போது குளிர்வடைதல்.

> அழுத்தம் குறைகிறது, வெப்பநிலை  $\rightarrow$  குறைகிறது

எனில்  $\Delta Q$  மற்றும்  $\Delta U$  ஆகிய இரண்டும் எதிர் மதிப்பை உடையதாக இருக்கும்.

**தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன் :**

பருமன் மாறா செயல்முறையில் வாயுவின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்

$$C_v = \frac{f}{2} R$$

பருமன் மாறா செயல்முறையில் செய்யப்பட்ட வேலை

$$\Delta W = P\Delta V = P[V_f - V_i] = 0$$

$$\Delta W = 0 \because V \text{ மாறிலி.}$$

**சுழற்சி மற்றும் சுழற்சியல்லாத செயல்முறை (Cyclic and Non - cyclic process)**

அமைப்பானது பல்வேறு மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு மீண்டும் தொடக்க நிலைக்கே வருமாறு நிகழ்த்தப்படும் செயல்முறை சுழற்சி செயல்முறை எனப்படும்.

அமைப்பானது பல்வேறு மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு மீண்டும் தொடக்க நிலைக்கு வரவில்லை எனில் இந்த செயல்முறை சுழற்சியல்லாத செயல்முறை எனப்படும்.

சுழற்சி செயல்முறையில்  $U_f = U_i$

$$\Delta U = U_f - U_i = 0$$

அதாவது சுழற்சி செயல்முறையில் அக ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றம் சுழி எனில்,

$$\Delta U \propto \Delta T$$

$$\therefore \Delta T = 0$$

ஆகவே அமைப்பின் வெப்பநிலை மாறிலி ஆகும்.

**என்தால்பி (Enthalpy) (H)**

$$H = U + PV$$

அமைப்பின் அக ஆற்றல் மற்றும் அழுத்தம் மற்றும் பருமனின் பெருக்கல் பலன் ஆகிவற்றின் கூடுதல் என்தால்பி என வரையறுக்கப்படுகிறது.

**வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி :**

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியின்படி ஏற்படுத்தக்கூடிய நிகழ்வுகள் உண்மையில் நடைபெற இயலுமா அல்லது இல்லையா என அறிய வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி உதவுகிறது. இந்த வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதி ஆற்றல் மாறுபாட்டின் அளவு மற்றும் திசையைப் பற்றிக் கூறுகிறது.

**(i) கெல்வின் கூற்று :**

கெல்வினின் வெப்ப இயக்கவியல் இரண்டாம் விதி, வெப்ப இந்திரத்தின் இயக்குத்திறம் பற்றிய அவருடைய அனுபத்தின் அடிப்படையில் அமைந்தது.

ஒரு பொருளை அதன் சூழலைவிட மிகக் குளிர்ந்த வெப்பநிலையைக் காட்டிலும் குறைவாக உள்ள வெப்பநிலைக்குக் குளிர்விப்பதன் மூலம் அதிலிருந்து தொடர்ந்து வேலையைப் பெற இயலாது.

**(ii) கிளாசியஸின் கூற்று :**

புற உதவியின்றி தானே இயங்கும் இயந்திரத்தின் மூலம் குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள மற்றொரு பொருளுக்கு வெப்பத்தை மாற்ற இயலாது.

**(iii) கெல்வின் - பிளாங்க் கூற்று :**

வெப்பத்தினை வெப்ப மூலத்திலிருந்து பெற்று அதற்குக் சமமான வேலையைச் செய்யும் ஒரு சுற்றில் இயங்கும் வெப்ப இயந்திரத்தினை அமைக்க இயலாது.

<b>வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதியை வெவ்வேறு செயல்முறைகளுடன் ஒப்பிடுதல்</b>				
$(\Delta Q = \Delta U + \Delta W \text{ (or)} \Delta U = \Delta Q - \Delta W$				
<b>வ. எண்</b>	<b>செயல்முறை</b>	<b><math>\Delta Q</math></b>	<b><math>= \Delta U</math></b>	<b><math>+\Delta W</math></b>
1.	சுழற்சி செயல்முறை	$\Delta W$	0	மூடப்பட்ட வளைவின் பரப்பு
2.	பருமன் மாறாச் செயல்முறை	$\Delta U$	$\mu C_v \Delta T$	0
3.	சமவெப்பநிலை செயல்முறை	$\Delta W$	0	$\mu RT \log_e \left[ \frac{V_f}{V_i} \right]$
4.	வெப்பம் மாறா செயல்முறை	0	$-\Delta W$	$+\mu R \frac{[\mu_R T_f - T_i]}{1 - \gamma}$
5.	அழுத்தம் மாறாச் செயல்முறை	$\mu C_p \Delta T$	$\mu C_v \Delta T$	$P[V_f - V_i] = \mu R [T_f - T_i]$

வெவ்வேறு வகையான வெப்பநிலை அளவிடும் முறைகளுக்கான அட்டவணை கொடுக்கப்பட்டுள்ளது

வ.எண்.	அளவு முறையின் பெயர்	குறியீடு	குறைந்தபட்ச மதிப்பு	அதிகபட்ச மதிப்பு	அளவிடும் கருவிகளில் உள்ள பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை
1.	Reaumur	$^{\circ}R$	$0^{\circ}R$	$80^{\circ}R$	80
2.	(Celsius) செல்சியஸ்	$^{\circ}C$	$0^{\circ}C$	$100^{\circ}C$	100
3.	(Fahrenheit) பாரன்ஹீட்	$^{\circ}F$	$32^{\circ}F$	$212^{\circ}F$	180
4.	(Rankine)	Ra	460 Ra	672 Ra	212
5.	(Kelvin) கெல்வின்	K	273K	373K	100

\* குறைந்த பட்ச மதிப்பானது நீரின் உறை வெப்பநிலையை குறிக்கிறது. (freezing point)

\* அதிக பட்ச மதிப்பானது நீரின் கொதிநிலையை குறிக்கிறது. (boiling point)

### மீள் செயல்முறை (Reversible process)

(i) வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வு ஒன்றின் செயல்பாட்டின் பல்வேறு நிலைகளை எதிர்த்திசையிலும் திரும்பு வரிசையிலும் மீட்கப்பட இயலும் போதும் (ii) செயல்பாட்டின் ஒவ்வொரு பகுதியின் போதும் வேலையாகவோ அல்லது வெப்பமாகவோ மாற்றப்பட்ட ஆற்றல். இருதிசைகளிலும் சம மதிப்பைக் கொண்டிருக்கும்போதும் அந்த வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வு ஒரு மீள் செயல்முறை எனக் கூறப்படுகிறது.

### மீள் செயல்முறைக்கான நிபந்தனை :

- 1) நிகழ்வு மிக மெதுவாக நடைபெறல் வேண்டும்.
- 2) தொகுதி, வெப்பச் சமநிலையில் இருத்தல் வேண்டும். அல்லது தொகுதியும் சூழலும் ஒரே வெப்பநிலையில் இருத்தல் வேண்டும்.

### எடுத்துக்காட்டுகள் :

(1) ஒரு வாயு சமவெப்பநிலையில் அமுக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். எனவே சூழலுக்கு வெப்பம் கடத்தப்படுகிறது. வாயு அதே அளவு சிறிய சம அளவுகளில் விரிவடையும் போது, வெப்பநிலை குறைகிறது. ஆனால் அமைப்பானது சூழலிலிருந்து வெப்பத்தைப் பெற்று, வெப்பநிலையை மாறாமல் வைத்துக் கொள்கிறது.

(2) அக மின்தடை இல்லாதிருப்பின், மின் பகுப்பு ஒரு மீள் செயல்முறையாக கருதப்படுகிறது.

### மீளாச் செயல்முறை :

மீளாச் செயல்முறை என்பது எதிர்த்திசையில் மீட்கப்பட முடியாத ஒரு நிகழ்வு ஆகும்.

(எ.கா.) வாயுக்கள் மற்றும் திரவங்களின் விரவுதல், கம்பியின் வழியே மின்னோட்டம் நிகழ்தல், மற்றும் உராய்வினால் வெப்ப ஆற்றல் இழப்பு போன்றவை. பொதுவாகவே மீளாச் செயல்முறைகள் மிக விரைவாக நிகழ்வதால் வெப்பநிலைகளில் மாற்றமடைய இயலாது. பெரும்பான்மையான வேதியியல் வினைகள் மீளாச் செயல்முறைகளாகும்.

மேலும் நீரில் சர்க்கரை அல்லது உப்பு கரைசல், இரும்பு துருப்பிடித்தல் மற்றும் திடீரென்று விரிவடைகின்ற அல்லது அமுக்கப்படுகின்ற வாயுவின் நிகழ்வானது மீளாச் செயல்முறையை குறிப்பிடுகிறது.

**வெவ்வேறான வகையான வெப்பநிலை அளவிடும் முறைகளுக்கிடையேயான தொடர்பு**

$$\frac{^{\circ}R}{8D} = \frac{^{\circ}C}{100} = \frac{^{\circ}F - 32}{180} = \frac{Ra - 460}{212} = \frac{K - 273}{100}$$

எந்த ஒரு வெப்பநிலை அளவிடும் கருவியும் வெப்பநிலையை மாற்றுகின்ற சில அளவிடும் பண்புகளை கொண்டுள்ளது. (எ.கா) நீளம், கனஅளவு, அழுத்தம், மின்தடை, வெப்ப மின்னியக்குவிசை மற்றும் கதிர்வீச்சு திறன் முதலியன.

குறிப்பாக ஒரு வெப்பநிலை அளவிடும் கருவியில் மின்தடை பண்பை எடுத்துக்கொண்டால்,  $R_0$  மற்றும்  $R_{100}$  என்பன முறையே  $0^{\circ}C$  மற்றும்  $100^{\circ}C$  - ல் உள்ள மின்தடையாக எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. எந்த வெப்பநிலையை அளவிடவேண்டுமோ அதனுடைய மின்தடையை  $R_t$  என்க. வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது மின்தடையும் அதிகரிக்குமாறு எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது.

$$\frac{t_R}{100} = \frac{R_t - R_0}{R_{100} - R_0}$$

இதேபோல், ஒரு வெப்பநிலை அளவிடும் கருவியில் வெப்பமின் இயக்கு விசை e.m.f. ( $\epsilon$ ) பண்பை எடுத்துக்கொண்டால் பொருளின் வெப்பநிலையானது ( $t_{\epsilon}$ ) கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது.

> மிக அதிக வெப்பநிலையை அளவிடும் கருவியானது பைரோமீட்டர் (Pyrometess) என அழைக்கப்படுகிறது.

> செல்சியஸ் மற்றும் பாரன்ஹீட் அளவிடும் முறைகளுக்கு இடையேயுள்ள தொடர்பு  $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$ .

> கெல்வின் மற்றும் பாரன்ஹீட் அளவிடும் முறைகளுக்கு இடையேயுள்ள தொடர்பு.

$$\frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

**நீரின் முப்புள்ளி : (Triple point of water)**

நீரின் முப்புள்ளி என்பது பனிக்கட்டி, திரவ நிலை மற்றும் நீராவி ஆகிய மூன்று நிலைகளிலும் வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தம் சமநிலையில் உள்ள வெப்பநிலை ஆகும்.

நீரின் முப்புள்ளி அழுத்தம் =  $6.11 \times 10^2$  Pa

நீரின் முப்புள்ளி வெப்பநிலை =  $6 \times 10^{-3}$  atm.

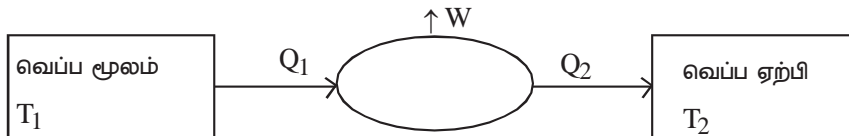
நீரின் முப்புள்ளி வெப்பநிலை =  $0.01^{\circ}C$  (or)  $273.16K$ .

**வெப்ப இயந்திரம் (Heat Engine)**

> சுழற்சி செயல்முறையில் வெப்ப ஆற்றலை தொடர்ச்சியாக வேலையாக மாற்றக்கூடிய அமைப்பு வெப்ப இயந்திரம் ஆகும்.

> வெப்ப இயந்திரம் மூன்று முக்கிய பாகங்களை கொண்டது

1) வெப்ப மூலம்                      2) வேலை செய்யும் அமைப்பு                      3) வெப்ப ஏற்பி



வெப்ப மூலத்திலிருந்து உட்கவரப்பட்ட வெப்ப ஆற்றலின் மதிப்பு  $Q_1$  மற்றும் அமைப்பிலிருந்து வெப்ப ஏற்பிக்கு வழங்கப்பட்ட வெப்பம்  $Q_2$  எனில், ஒரு சுழற்சி செயல்முறையில் செய்யப்பட்ட வேலை  $W$  ஆகும்.

இயந்திரத்தின் இயக்குதிறன்

$$\eta = \frac{\text{செய்யப்பட்ட வேலை}}{\text{உட்கவரப்பட்ட வெப்பம்}}$$

$$\eta = \frac{-W}{Q_1}$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

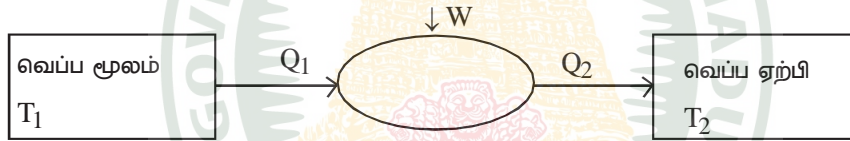
> ஒரு நல்லியல்பு வெப்ப இயந்திரத்தின் இயக்குதிறன் மதிப்பு 1 ஆகும். ஏனெனில் உட்கவரப்பட்ட வெப்பம் முழுவதையும் வேலை மாற்றுகிறது.

ஃ  $W = Q_1$ , ஆகவே  $Q_2 = 0$ .

ஃ  $\eta = 1$

**குளிப்பதனி (அல்லது) வெப்ப இறைப்பான் : (Refrigerator (or) Heat pump)**

குளிப்பதனி என்பது குளிர்ச்சியை ஏற்படுத்தும் ஒரு சாதனம் ஆகும். ஒரு இலட்சிய குளிப்பதனி என்பது மறுதிசையில் செயல்படும் ஒரு கார்னாட் வெப்ப இயந்திரம் ஆகும். எனவே இது ஒரு வெப்ப இறைப்பான் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.



குளிப்பதனி ஒன்றில் செயற்படு பொருளானது, ஒரு மின்மோட்டார் போன்ற புற அமைப்பு மூலம் குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள வெப்ப ஏற்பியிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பத்தை உட்கவர்ந்து உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள வெப்ப மூலத்திற்கு அதிக அளவு வெப்பத்தை தருகிறது.

ஒரு குளிப்பதனியின் உள்ளே ஃபிரியான் ஆவி (Freon) டைகுளோரோடை புளுரோ மீத்தேன் ( $Cl_2F_2$ ) ஒரு செயற்படுபொருளாக வேலை செய்கிறது. குளிப்பதனியில் வைக்கப்படும் பொருள்கள்  $T_2$  என்ற குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள வெப்ப ஏற்பியாக செயல்படுகின்றன. மின்மோட்டாரால் இயக்கப்படும் ஒரு அழுத்தக்கருவி மூலம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வேலை  $W$ , செயற்படுபொருளின் மீது செய்யப்படுகிறது. எனவே அது வெப்ப ஏற்பியிலிருந்து  $Q$  அளவு வெப்ப ஆற்றலை உட்கவர்ந்து வெப்பமூலத்திற்கு (வளிமண்டலத்திற்கு)  $Q$  அளவுள்ள வெப்ப ஆற்றலை அளிக்கிறது.

இரு ஒரு மீள் சுற்று நிகழ்வு என்பதால் செயற்படு பொருளின் அக ஆற்றல் மாறுபாடு சுழியாகும். அதாவது  $du = 0$ .

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதிப்படி

$$dQ = dU + dW$$

ஆனால்  $dQ = Q_2 - Q_1$

$$dW = -W$$

$$dU = 0$$

$$\therefore dQ = Q_2 - Q_1 = -W$$

W - இன் எதிர்குறியானது அமைப்பின் மீது வேலை செய்யப்படுவதைக் குறிக்கிறது. அதாவது  $W = Q_1 - Q_2$  செயல்திறன் எண் (co - efficient of performance).

குளிர்பதனியின் உள்ளிருக்கும் பொருள்களிலிருந்து ஒரு சுற்றில் நீக்கப்பட்ட வெப்ப அளவு Q - க்கும், இந்த வெப்பத்தை வெளியேற்ற, அச்சுற்றில் செலவழிக்கப்படும் ஆற்றல் W - க்கும் உள்ள தகவு செயல்திறன் எண் (COP) என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\therefore \text{செயல்திறன் எண் } (\alpha) = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

$$\therefore \alpha = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

வெப்ப இயந்திரத்தின் இயக்குதிறன்  $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

$$1 - \eta = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{1 - \eta}{\eta} = \frac{T_2}{T_1} \times \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$

$$\therefore \frac{1 - \eta}{\eta} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

எனவே, செயல்திறன் எண்  $(\alpha) = \frac{1 - \eta}{\eta}$

**முடிவுகள் :**

(i)  $\alpha = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$  என்ற சமன்பாட்டின் படி  $T_1 - T_2$  என்ற மதிப்பு சிறியதாகும் போது செயல்திறன்

எண்ணின் மதிப்பு அதிகமாகிறது. அதாவது வளிமண்டலத்திற்கும் குளிர்செய்ய வேண்டிய பொருள்களுக்கும் இடையே உள்ள வெப்பநிலை மாறுபாடு சிறியதாகும் போது செயல்திறன் எண் அதிகமாகிறது.

(ii) குளிர்பதனி இயங்கும் போது, பனிக்கட்டி உருவாகுவதால்  $T_2$  குறைந்து கொண்டே வருகிறது.  $T_1$  ஏறக்குறைய நிலையாக உள்ளது. எனவே செயல்திறன் எண் (COP) குறைகிறது. குளிர்பதனியில் பனிநீக்கம் (defrost) செய்யப்படும்போது  $T_2$  அதிகமாகிறது.

எனவே குளிர்பதனியின் செயல்திறன் அதிகரிக்க பனிநீக்கம் செய்தல் மிகத் தேவையானது ஆகும்.

**கார்னாட் இயந்திரம் (Carnot heat Engine)**

வெப்ப இயந்திரம் என்பது வெப்ப ஆற்றலை இயந்திர ஆற்றலாக மாற்றும் ஒரு கருவி ஆகும். 1824 - ஆம் ஆண்டில் கார்னாட் கார்னாட் என்பவர் வெப்ப இயந்திரம் ஒன்றிற்கான ஒரு இலட்சிய நிகழ்வுச் சுற்று ஒன்றை அமைத்தார். இந்த இலட்சிய நிகழ்வுச் சுற்றினை அடைவதற்குப் பயன்படும் இயந்திரம் ஒரு இலட்சிய வெப்ப இயந்திரம் அல்லது கார்னாட் வெப்ப இயந்திரம் என அழைக்கப்படுகிறது.

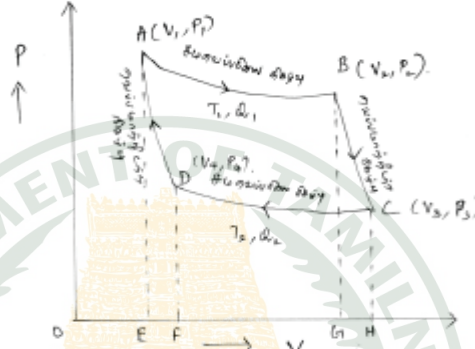
ஒரு கார்னாட் இயந்திரத்தின் இன்றியமையாத உறுப்புகளாவன

- 1) வெப்ப மூலம்    2) வெப்ப ஏற்பி    3) உருளை    4) வெப்பங்கடத்தா மேடை போன்றவைகளாகும்.

**செயல்படும் விதம் :**

கார்னாட் இயந்திரம் நான்கு முக்கிய செயல்பாட்டு நிலைகளை கொண்டுள்ளது.

- 1) சம வெப்பநிலை விரிவு
- 2) வெப்பமாற்றீடற்ற விரிவு
- 3) சம வெப்பநிலை அழுக்கம்
- 4) வெப்பமாற்றீடற்ற அழுக்கம்



கார்னாட் சுற்று [Carnot Cycle]

**சமவெப்பநிலை விரிவு (Isothermal Expansion) :**

உருளையினுள் வைக்கப்பட்டுள்ள 1 மோல் அளவுள்ள நல்லியல்பு வாயு ஒன்றைக் கருதுவோம். அதனுடைய தொடக்க பருமன், தொடக்க அழுத்தம் முறையே  $V_1, P_1$  இருக்கட்டும். வாயுவின் தொடக்கநிலை P - V வரைபடத்தில் A என்ற புள்ளியால் குறிக்கப்படுகிறது. உருளை  $T_1$  வெப்ப நிலையிலுள்ள வெப்ப மூலத்தின் மீது வைக்கப்படுகிறது.

வாயு விரிவடையும் வகையில், பிஸ்டன் மெதுவாக வெளியே இயங்குமாறு அனுமதிக்கப்படுகிறது. வெப்பமூலத்திலிருந்து வெப்பம் பெறப்படுகிறது. இந்நிகழ்வு மாறா வெப்பநிலை  $T_1$  - ல் சமவெப்பநிலை நிகழ்வாக உள்ளது. இதில் வாயுவின் பருமன்  $V_1$  - லிருந்து  $V_2$  க்கு மாறுகிறது. அழுத்தம்  $P_1$  லிருந்து  $P_2$  க்கு மாறுகிறது. சுட்டுப்படத்தில் இந்நிகழ்வு AB - ஆல் குறிக்கப்படுகிறது. இந்நிகழ்வின் போது வெப்ப மூலத்திலிருந்து உட்கவரப்படும் ஆற்றல்  $Q_1$  மற்றும்  $W_1$  என்பது, வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை ஆகும்.

$$\begin{aligned} \therefore Q_1 = W_1 &= \int_{V_1}^{V_2} P dV \\ &= RT_1 \log_a \left[ \frac{V_2}{V_1} \right] \\ &= \text{பரப்பு ABGEA.} \end{aligned}$$



**வெப்பமாற்றீடற்ற விரிவு (Adiabatic Expansion)**

உருளை வெப்ப மூலத்திலிருந்து எடுக்கப்பெட்டு வெப்பங்கடத்தா மேடை மீது வைக்கப்படுகிறது. வாயுவின் பருமன்  $V_2$  - லிருந்து  $V_3$  - க்கு மாறும் வகையிலும், அழுத்தம்  $P_2$  லிருந்து  $P_3$  க்கு மாறும் வகையிலும் பிஸ்டன் மேலும் இயக்கப்படுகிறது. இந்த வெப்ப மாற்றீடற்ற விரிவு BC - ஆல் குறிக்கப்படுகிறது. வாயு, அனைத்துப் பக்கங்களிலும் வெப்பங்கடத்தாப் பொருளால் சூழப்பட்டுள்ளதால், சூழலிலிருந்து வெப்பத்தைப் பெற முடியாது. வாயுவின் வெப்பநிலை  $T_1$  - லிருந்து  $T_2$  - க்குக் குறைகிறது. வாயு வெப்பமாற்றீடற்ற முறையில் விரிவடையும் போது வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை

$$W_2 = \int_{V_2}^{V_3} PdV = \frac{R}{(\gamma - 1)}(T_1 - T_2)$$

$$W_2 = \text{பரப்பு BCHGB}$$

**சமவெப்பநிலை அமுக்கம் : (Isothermal Compression)**

இப்போது உருளை  $T_2$  வெப்பநிலையிலுள்ள வெப்ப ஏற்பி மீது வைக்கப்படுகிறது. வாயுவின் வெப்பநிலை மாறாதிருக்கும் போது பிஸ்டன் மெதுவாகக் கீழ்நோக்கி நகர்த்தப்படுகிறது. இது CD - ஆல் குறிக்கப்படுகிறது. புள்ளி D - யில் பருமன் மற்றும் அழுத்தம் முறையே  $V_4$ ,  $P_4$  என இருக்கட்டும். உருளையின் அடிப்பாகம் கடத்து பொருளால் ஆனதால், அமுக்கத்தின் போது உண்டாக்கப்பட்ட வெப்பம், வெப்ப ஏற்பிக்குக் கடத்தப்படுகிறது. எனவே வாயுவின் வெப்பநிலை  $T_2$  - ல் மாறாது உள்ளது. வெப்ப ஏற்பிக்கு அளிக்கப்பட்ட ஆற்றல்  $Q_2$  - ஆக இருக்கட்டும். சமவெப்பநிலையில் வாயுவை அமுக்கும்போது வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை  $W_3$  என்க.

$$Q_2 = W_3 = \int_{V_3}^{V_4} -PdV = -RT_2 \log_e \left[ \frac{V_4}{V_3} \right]$$

$$W_3 = - \text{பரப்பு CDFHC}$$

எதிர்க்குறியானது செயற்படு பொருளின்மீது வேலை செய்யப்படுவதைக் காட்டுகிறது.

$$\therefore Q_2 = RT_2 \log_e \left[ \frac{V_3}{V_4} \right]$$

**வெப்பமாற்றீடற்ற அமுக்கம் : (Adiabatic Compression)**

இப்போது உருளை வெப்பங்கடத்தா மேடை மீது வைக்கப்படுகிறது. பிஸ்டன் மேலும் கீழ்நோக்கி நகர்த்தப்படுவதால், வாயு வெப்பமாற்றீடற்ற முறையில் அமுக்கப்பட்டு, தொடக்கப் பருமன்  $V_1$  மற்றும் தொடக்க அழுத்தம்  $P_1$  - ஐ அடைகிறது.

வாயு அனைத்துப் பக்கங்களிலும் வெப்பங்கடத்தாப் பொருளால் சூழப்பட்டிருப்பதால் வாயுவில் உண்டாகும் வெப்பம், அதனுடைய வெப்பநிலையை  $T_1$  - க்கு உயர்த்துகிறது. இந்த மாறுபாடு ஒரு வெப்பமாற்றீடற்ற மாறுபாடு ஆகும். இந்த மாறுபாடு DA - ஆல் குறிக்கப்படுகிறது. வாயுவை நிலை D( $V_4, P_4$ ) லிருந்து தொடக்க நிலை A( $V_1, P_1$ ) க்கு எடுத்துச் செல்ல அதை வெப்பமாற்றீடற்ற முறையில் அமுக்குவதன் மூலம் அதன் மீது செய்யப்பட்ட வேலை  $W_4$  என்க.

$$\therefore W_4 = \int_{V_4}^{V_1} -PdV = \frac{-R}{(\gamma - 1)}(T_2 - T_1)$$

எதிர்க்குறியானது, செயற்படுபொருளின் மீது வேலை செய்யப்படுவதைக் காட்டுகிறது.

$$\therefore W_4 = \frac{R}{(\gamma - 1)}(T_1 - T_2) = \text{பரப்பு DAEFD.}$$

**இயந்திரத்தினால் செய்யப்படும் ஒரு சுற்றிற்கான வேலை :**

ஒரு இயக்கச் சுற்றி, வாயுவால் செய்யப்பட்ட மொத்த வேலை =  $(W_1 + W_2)$

ஒரு இயக்கச் சுற்றில் வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட மொத்த வேலை =  $(W_3 + W_4)$

ஒரு இயக்கச் சுற்றில் வாயுவால் செய்யப்பட்ட நிகர வேலை

$$W = W_1 + W_2 - (W_3 + W_4)$$

ஆனால்  $W_2 = W_4$

∴  $W = W_1 + W_3$

$W = Q_1 - Q_2$

மேலும்  $W =$  பரப்பு ABGEA + பரப்பு BCHGB - பரப்பு CDFHC - பரப்பு - DAEFD.

$W =$  பரப்பு ABCDA

எனவே, கார்னாட் வெப்ப இயந்திரத்தில், ஒரு சுற்றின் போது வாயுவால் செய்யப்பட்ட நிகர வேலை சுற்றினைக் குறிக்கும் பரப்பிற்கு எண்ணளவில் சமம்.

**கார்னாட் இயந்திரத்தின் இயக்குதிறன் :**

$$\eta = \frac{\text{வேலையாக மாற்றப்பட்ட வெப்பம்}}{\text{வெப்ப மூலத்திலிருந்து ஏற்கப்பட்ட வெப்பம்}}$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\text{ஆனால் } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{W_1}{W_3} = \frac{RT_1 \log \left[ \frac{V_2}{V_1} \right]}{RT_2 \log \left[ \frac{V_3}{V_4} \right]} = \frac{T_1 \log \left[ \frac{V_2}{V_1} \right]}{T_2 \log \left[ \frac{V_2}{V_1} \right]}$$

B மற்றும் C என்ற புள்ளிகள் ஒரே வெப்பமாற்றீடற்ற வளைவரைகோடு BC யின் மீதே அமைவதால்

$$T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1} \quad (\because TV^{\gamma-1} = \text{மாறிலி})$$

$$\text{இங்கு } \gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

$$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_3^{\gamma-1}}{V_2^{\gamma-1}}$$

D மற்றும் A என்ற புள்ளிகள் ஒரே தம்ப மாற்றீட்டற்ற வளைவரைகோடு DA - யின் மீது அமைவதால்

$$\circ T_1 V_3^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{V_4^{\gamma-1}}{V_1^{\gamma-1}}$$

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

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

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1 \log \left( \frac{V_3}{V_4} \right)}{T_2 \log \left[ \frac{V_3}{V_4} \right]} = \frac{T_1}{T_2}$$

அதாவது  $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$

$$\circ \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

(அ)  $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

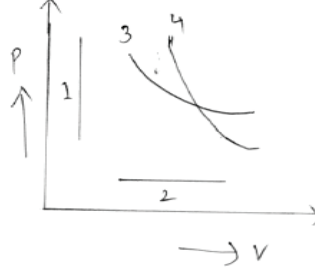
முடிவுகள் :

கார்னாட் இயந்திரத்தின் இயக்குத்திறன் செயற்படு பொருளைச் சார்ந்தது அல்ல. ஆனால் வெப்ப மூலம், வெப்ப ஏற்பி இவைகளின் வெப்பநிலைகளைச் சார்ந்தது.

$T_1 = \alpha$  அல்லது  $T_2 = OK$  எனில் கார்னாட் சுற்றின் இயக்குத்திறன் 100% என்று இருக்கும். வெப்பமூலத்தின் வெப்பநிலையை ஈறிலியாகவோ அல்லது வெப்ப ஏற்பின் வெப்பநிலையை  $OK$  ஆகவோ ஆக்க முடியாது என்பதால் ஒரு மீள்சுற்றில் இயங்கும் கார்னாட் வெப்ப இயந்திரம் 100% இயக்குத்திறனைப் பெறமுடியாது.

### போட்டித் தேர்வுகளுக்கான முக்கிய குறிப்புகள்

>> P - V சுட்டுப்படம் என்பது அழுத்தம் மற்றும் பருமனில் ஏற்படும் மாற்றத்தை குறிக்கும் வரைபடமாகும். வாயுவின் நிலையில் ஏற்படும் வெவ்வேறு வகையான மாற்றத்தை புரிந்துக் கொள்வதற்கு இது பயன்படுகிறது.



1. அழுத்தம் மற்றும் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றம், பருமன் மாறாதபோது எனில் அது பருமன் மாறா மாற்றம் ஆகும்.
  2. அழுத்தம் மாறாத போது பருமன் மற்றும் வெப்பநிலையில் மாற்றம் ஆனது அழுத்தம் மாறா மாற்றம்.
  3. வெப்பநிலை மாறாதபோது அழுத்தம் மற்றும் பருமனில் ஏற்படும் மாற்றமானது சமவெப்பநிலை மாற்றம் ஆகும்.
  4. ஒரு தனிமைப்படுத்தப்பட்டுள்ள அமைப்பில் அழுத்தம் மற்றும் பருமனில் ஏற்படும் மாற்றமானது வெப்ப மாற்றமற்ற மாற்றத்தை குறிக்கிறது.
- >> பருமன் மாறா மாற்றத்தில் வாயுவானது ஒரு குறிப்பிட்ட கனஅளவு கொண்ட கொள்கலனில் வைத்து வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. பொருளானது குறைந்த வெப்ப விரிவடையும் தன்மை கொண்டதாக இருக்க வேண்டும்.
- >> அழுத்தம் மாறா மாற்றத்தில் குழாயில் சிறிதளவு வாயுவானது எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு மெதுவாக வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது.
- >> சமவெப்பநிலை மாற்றத்தில், அதிக வெப்ப கடத்தும் தன்மை கொண்ட கொள்கலனில் வாயுவானது எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு மெதுவாக அழுக்கப்படுகிறது அல்லது விரிவடையச் செய்யப்படுகிறது.

>> வெப்ப இயந்திரத்தின் இயக்குத்திறன்  $\eta = \frac{\text{செய்யப்பட்ட நிகர வேலை}}{\text{வெப்ப மூலத்திலிருந்து பெறப்பட்ட ஆற்றல்}}$

>>  $\eta$  - ன் மதிப்பானது 100 ஆல் பெருக்கப்படும் பொழுது அது சதவீதத்தை குறிக்கிறது.

செய்யப்பட்ட வேலையானது வெப்ப மூலத்திலிருந்து பெறப்பட்ட ஆற்றலில் பாதி எனில் இயந்திரத்தின் இயக்குத்திறனின் சதவீதம் 50% ஆகும்.

>> பெரும இயக்குத்திறன் கொண்ட இயந்திரத்திற்கு,  $\frac{\Delta Q_C}{\Delta Q_H} = \frac{T_C}{T_H}$  (or)  $\frac{\Delta Q_C}{T_C} = \frac{\Delta Q_H}{T_H}$

>> **என்ட்ரோபி (Entropy)**

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

அமைப்பிலிருந்து உமிழப்படும் அல்லது உட்கவரப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவிற்கும், அந்த நேரத்தில் உள்ள வெப்பநிலைக்கும் உள்ள தகவு என்ட்ரோபி என வரையறுக்கப்படுகிறது.

>> OK வெப்பநிலையில் அமைப்பில் அணுக்கள் அனைத்தும் ஒய்வு நிலையில் காணப்படும். மேலும் அணுக்கள் ஒழுங்கான முறையில் அமைந்திருக்கும். அமைப்பில் வெப்ப ஆற்றல் உட்புகும் பொழுது அணுக்கள் அதிர்வடைகின்றன. ஆகையால் அமைப்பில் அணுக்கள் ஒழுங்கற்ற முறையில் காணப்படும்.

- >> வெப்ப ஆற்றல் உட்புகும்பொழுது அணுவின் ஒழுங்கற்ற தன்மையை அதிகரிக்கிறது.
- >> வெப்ப ஆற்றல் வெளியேறும் பொழுது அணுவின் ஒழுங்கற்ற தன்மை குறைகிறது.
- வெப்ப மாற்றீடற்ற மாற்றத்தில் குறைந்த வெப்ப கடத்தும் தன்மை கொண்ட கொள்கலனில் வாயுவானது எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு வேகமாக அமுக்கப்படுகிறது அல்லது விரிவடையச் செய்யப்படுகிறது.
- சமவெப்பநிலை நிகழ்வில் P மற்றும் V- க்கு இடையேயான தொடர்பு  $PV = \text{மாறிலி}$ .
- வெப்பமாற்றீடற்ற நிகழ்வில் P மற்றும் V - க்கு இடையேயான

தொடர்பு  $PV^\gamma = \text{மாறிலி}$

$$\text{இங்கு } \gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

- >> சம வெப்பநிலை நிகழ்வில் வளைவின் சாய்வு

$$\frac{dP}{dV} = -\frac{P}{V}$$

- >> வெப்ப மாற்றீடற்ற நிகழ்வில் வளைவின் சாய்வு

$$\frac{dP}{dV} = -\frac{\gamma P}{V}$$

- >> சமவெப்பநிலை விரிவில் செய்யப்பட்ட வேலை

$$W = RT \log_e \frac{V_2}{V_1} \text{ or } W = RT \log_e \frac{P_1}{P_2}$$

- >> வெப்பமாற்றீடற்ற விரிவில் செய்யப்பட்ட வேலை

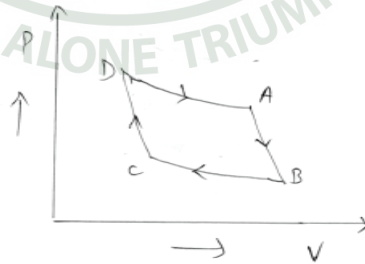
$$W = \frac{1}{(1-\gamma)} (P_2 V_2 - P_1 V_1) \text{ (or)}$$

$$W = \frac{R(T_2 - T_1)}{(1-\gamma)}$$

- >> மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தால் அமைப்பு கொண்டிருக்கும் ஆற்றல் வாயுவின் அக ஆற்றல் (V) எனப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்கு ஒரு வெப்ப அமைப்பானது ஒரு குளிர்ந்த அமைப்புடன் வெப்பம் பரவும் முறையில் இணைத்து வைக்கப்படுகிறது.

- 1) ஒவ்வொரு அமைப்பிலும் என்ட்ரோபி மாற்றம் ஏற்படுகிறது.
- 2) வெப்ப அமைப்பில் என்ட்ரோபி மாற்றம் குறைகிறது.  $\Delta S_1 = \frac{\Delta Q}{T_1}$  (எதிர் மாற்றம்)
- 3) குளிர்ந்த அமைப்பில் என்ட்ரோபி மாற்றம் அதிகரிக்கிறது.  $\Delta S_2 = \frac{\Delta Q}{T_2}$  (நேர் மாற்றம்)
- 4) நிகர என்ட்ரோபி மாற்றம்  $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$ .

- >> **கார்னாட் சுற்றின் வரைபடம்:**



- »  $T_1$  வெப்பநிலையில் சமவெப்பநிலை விரிவு  $\Delta A$  ஆகும். இதில் வாயுவால் வேலை செய்யப்படுகிறது.
- » வெப்ப மாற்றீடற்ற விரிவு AB ஆகும் இதில் வாயுவால் வேலை செய்யப்படுகிறது.
- »  $T_2$  வெப்பநிலையில் சமவெப்பநிலை அமுக்கம் BC ஆகும். இதில் வாயுவின் மீது வேலை செய்யப்படுகிறது.
- » வெப்ப மாற்றீடற்ற அமுக்கம் CD ஆகும். இதில் வாயுவின் மீது வேலை செய்யப்படுகிறது.
- » ஒரு முழு சுற்றுக்கு செய்யப்பட்ட வேலையானது ABCDA என்ற பரப்பில் பெறப்படுகிறது.

**வெப்ப இயக்கவியல் - பயிற்சி வினாக்கள்**

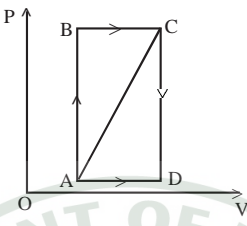
- வெப்ப இயக்கவியலின் முதல்விதி எதன் அழிவின்மையால் உண்டாகும் விளைவு ஆகும்?
 

அ) வேலை                      ஆ) ஆற்றல்                      இ) வெப்பம்                      ஈ) அனைத்தும்
- ஒரு வெப்ப இயக்கவியற் செயல்முறை படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. படத்தில் குறிப்பிட்டுள்ள சில புள்ளிகளின் அழுத்தம் மற்றும் பருமன் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.
 

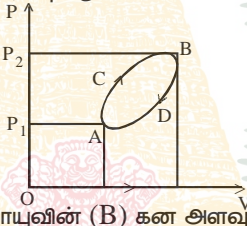
அ)  $P_A = 3 \times 10^4 \text{ Pa}$     ஆ)  $V_A = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$     இ)  $P_B = 8 \times 10^4 \text{ Pa}$     ஈ)  $V_D = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

AB செயல்முறையில் 600J வெப்ப ஆற்றல் அமைப்பிற்கு கொடுக்கப்படுகிறது மற்றும் BC செயல்முறையில் 200J வெப்ப ஆற்றல் அமைப்பிற்கு கொடுக்கப்படுகிறது. எனில் AC செயல்முறையில் அமைப்பில் ஏற்படும் அக ஆற்றல் மாறுபாட்டின் மதிப்பு

அ) 560J  
ஆ) 800J  
இ) 600J  
ஈ) 640J


- படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் ஒரு வெப்ப இயக்கவியற் செயல்முறையில் A நிலையிலிருந்து B நிலைக்கு ABC வழியாகவும், பிறகு Bலிருந்து Aநிலைக்கு BDA வழியாகவும் மாற்றப்படுகிறது. எனில் இந்த முழுச் சுற்றில் செய்யப்பட்ட நிகர வேலையை குறிப்பிடும் பரப்பு எது?
 

அ)  $P_1ACBP_2P_1$   
ஆ)  $ACBB^1A^1A$   
இ)  $ACBDA$   
ஈ)  $AADB^1A^1A$


- ஒரு நல்லியல்பு வாயு A மற்றும் இயல்பு வாயுவின் (B) கன அளவுகள் V லிருந்து 2V க்கு சம வெப்பநிலை முறையில் அதிகரிக்கிறது எனில் அக ஆற்றல் உயர்வின் மதிப்பு
 

அ) A மற்றும் B ல் இரண்டிலும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும்    ஆ) இரண்டு நிலையிலும் சுழி ஆகும்  
இ) A - யில் உள்ளதைவிட B - ல் அதிகம்    ஈ) B - யில் உள்ளதைவிட A - ல் அதிகம்
- அக ஆற்றல் 40J கொண்ட ஒரு வாயுநிலையிலுள்ள அமைப்பிற்கு 110J அளவு வெப்ப ஆற்றல் கொடுக்கப்படுகிறது எனில் வெளிப்புறத்திலிருந்து செய்யப்பட்ட வேலையின் மதிப்பு
 

அ) 150J                      ஆ) 70J                      இ) 110J                      ஈ) 40J
- கீழே கொடுக்கப்பட்டவைகளில் வெப்ப இயக்கவியலுடன் தொடர்பு இல்லாதது எது?
 

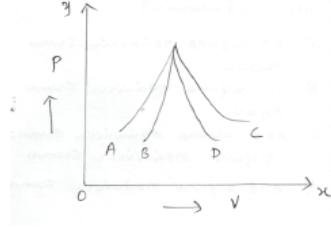
அ) என்தால்பி                      ஆ) செய்யப்பட்ட வேலை    இ) கிப்ஸ் ஆற்றல்                      ஈ) அக ஆற்றல்
- ஒரு வெப்ப மாற்றீடற்ற மாற்றத்தின் போது, ஓரணு வாயு மூலக்கூறின் அழுத்தம் மற்றும் வெப்பநிலை ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள தொடர்பில்  $P \propto T^C$ , C - குறிப்பிடுவது
 

அ)  $\frac{3}{5}$                       ஆ)  $\frac{5}{3}$                       இ)  $\frac{2}{5}$                       ஈ)  $\frac{5}{2}$
- ஒரு இயந்திரம்  $\frac{1}{6}$  இயக்குத்திறன் கொண்டுள்ளது. வெப்ப ஏற்பியின் வெப்பநிலையானது  $62^\circ\text{C}$  அளவு குறைக்கப்படும் பொழுது இயக்குத்திறன் இருமடங்காகிறது எனில் வெப்ப மூலத்தின் வெப்பநிலையின் மதிப்பு
 

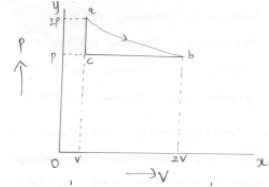
அ)  $37^\circ\text{C}$                       ஆ)  $62^\circ\text{C}$                       இ)  $99^\circ\text{C}$                       ஈ)  $124^\circ\text{C}$

9. படத்தில் நான்கு P-V சுட்டுப்படங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளது. சமவெப்பநிலை நிகழ்வு மற்றும் வெப்பமாற்றீடற்ற செயல்முறைகளை குறிப்பிடும் வளைவுகளை குறிப்பிடுக.

- அ) C மற்றும் D  
ஆ) A மற்றும் C  
இ) A மற்றும் B  
ஈ) B மற்றும் D



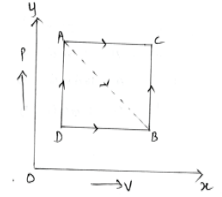
10. ஒரு மோல் நல்லியல்பு வாயுவின் சுழற்சி செயல்முறையானது abca வழியாக ஏற்படுகிறது என்பதை படத்தில் காணலாம். சமவெப்பநிலை நிகழ்வை ab குறிப்பிட்டால், கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளவைகளில் எது சரியான சுழற்சி செயல்முறையின் P-T சுட்டுப்படத்தை குறிக்கும்.



- அ) ஆ) இ) ஈ)

11. ஒரு நல்லியல்பு வாயுவானது P - V வரைபடத்தில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது போல் A - நிலையிலிருந்து B - நிலைக்கு மூன்று வெவ்வேறான வழிகளில் செல்கிறது எனில் கீழ்க்கண்ட கூற்றுகளில் எது சரியானவை?

- அ) AB வழியாக செய்யப்பட்ட வேலை பெரும்.  
ஆ) AB வழியாக செய்யப்பட்ட வேலை சிறுமம்  
இ) ACB வழியாக செய்யப்பட்ட வேலை = ADB வழியாக செய்யப்பட்ட வேலை  
ஈ) ADB வழியாக செய்யப்பட்ட வேலை சிறுமம்

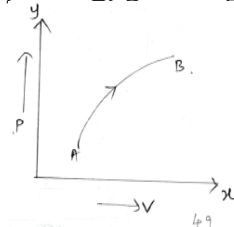


12. ஒரு நல்லியல்பு வாயு (perfect gas) A நிலையிலிருந்து B நிலைக்கு  $8 \times 10^5 \text{ J}$  வெப்ப ஆற்றலை உட்கவர்ந்து செல்லும்பொழுது வெளிப்புறத்திலிருந்து செய்யப்பட்ட வேலை  $8 \times 10^5 \text{ J}$  எனில் மற்றொரு செயல்முறையில் இதே வாயுவானது இதே நிலைக்கு செல்வதற்கு  $10^5 \text{ J}$  வெப்ப ஆற்றலை உட்கவருகிறது. இந்த இரண்டாவது செயல்முறையில்

- அ) வாயு மீது செய்யப்பட்ட வேலை  $10^5 \text{ J}$  ஆ) வாயு மீது செய்யப்பட்ட வேலை  $0.5 \times 10^5 \text{ J}$   
இ) வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை  $10^5 \text{ J}$  ஈ) வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை  $0.5 \times 10^5 \text{ J}$

13. கொடுக்கப்பட்ட வரைபடமானது ஒரு மோல் வாயுவின் வெப்ப இயக்கவியற் செயல்முறையை குறிக்கிறது. இந்த செயல்முறையில் செய்யப்பட்ட வேலையானது காலத்தைப் பொருத்து எவ்வாறு மாறுகிறது?

- அ) தொடர்ச்சியாக குறைகிறது  
ஆ) தொடர்ச்சியாக அதிகரிக்கிறது  
இ) மாறாமல் இருக்கும்  
ஈ) முதலில் அதிகரிக்கும் பின்பு குறையும்.



14. ஒரு வாயு  $V = KT^{2/3}$  என்ற சமன்பாட்டின்படி வெப்பநிலையை பொறுத்து விரிவடைகிறது எனில் வெப்பநிலை வேறுபாடானது 60K ஏற்படும்பொழுது செய்யப்பட்ட வேலையை கணக்கிடுக.

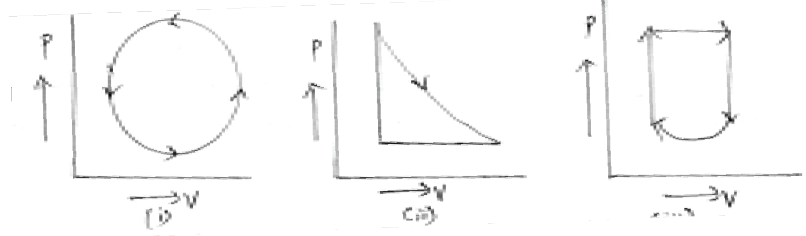
அ) 10R

ஆ) 30 R

இ) 40 R

ஈ) 20R

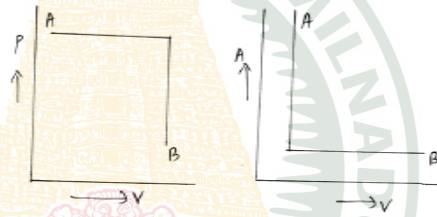
15. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள மூன்று வெப்ப இயக்கவியற் செயல்முறை வரைபடங்களில் அக ஆற்றல் மாறுபாட்டின் தன்மையை குறிப்பிடுக.

அ) மூன்று நிலைகளிலும்  $\Delta U$  மதிப்பு நேர்மதிப்புஆ) மூன்று நிலைகளிலும்  $\Delta U$  மதிப்பு எதிர்மதிப்புஇ) நிலை (i) - ல்  $\Delta U$  நேர்மதிப்பு, நிலை (ii) - ல்  $\Delta U$  எதிர்மதிப்பு, நிலை (iii) - ல்  $\Delta U$  மதிப்பு சுழிஈ) மூன்று நிலைகளிலும்  $\Delta U = 0$ 

16. படத்தில் இரண்டு சுட்டுப்படம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இரண்டு நிலைகளிலும் செய்யப்பட்ட வேலையின் மதிப்பு முறையே  $W_1$  மற்றும்  $W_2$  எனில்

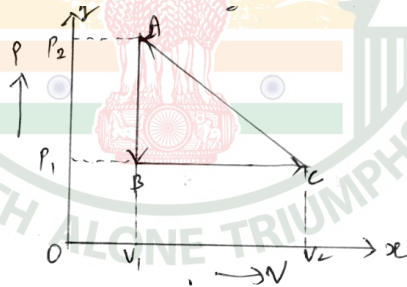
அ)  $W_1 = W_2$ ஆ)  $W_1 > W_2$ இ)  $W_1 < W_2$ 

ஈ) கூற முடியாது



17. அமைப்பின் மூடப்பட்ட பாதை ABCA வழியாக செய்யப்பட்ட வேலை

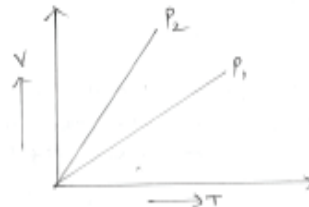
அ) சுழி

ஆ)  $(V_1 - V_2)(P_1 - P_2)$ இ)  $\frac{(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}{2}$ ஈ)  $\frac{(P_2 + P_1)(V_2 - V_1)}{2}$ 

18. படத்தில் இரண்டு வெவ்வேறு  $P_1$  மற்றும்  $P_2$  அழுத்தங்களில் பருமன் V மற்றும் வெப்பநிலைக்கு T இடையேயான வளைவுகளில் காட்டப்பட்டுள்ளது. கீழ்க்கண்ட கூற்றுகளில் சரியானது எது?

அ)  $P_1 = P_2$ ஆ)  $P_1 < P_2$ இ)  $P_1 > P_2$ 

ஈ) எதுவுமில்லை





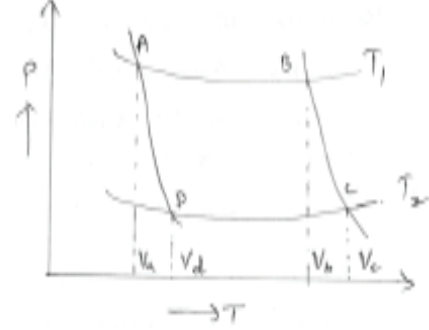
19. கொடுக்கப்பட்ட P-V வரைபடத்தில் இரண்டு வெப்பமாறா வளைவுகள்  $T_1$  மற்றும்  $T_2$  புள்ளிகளில் இரண்டு

சம வெப்பநிலை வளைவுகளாக மாறுகிறது எனில்  $\frac{V_b}{V_c}$  ன் மதிப்பு

அ)  $= \frac{V_a}{V_b}$

ஆ)  $< \frac{V_a}{V_d}$

இ)  $> \frac{V_a}{V_d}$



ஈ) கூறமுடியாது

20. ஒரு நல்லியல்பு வாயுவிற்கான கொடுக்கப்பட்ட செயல்முறையில்,  $dW=0$  மற்றும்  $dQ < 0$  எனில் வாயுவில்

அ) வெப்பநிலை குறையும்

ஆ) பருமன் அதிகரிக்கும்

இ) அழுத்தம் மாறாது

ஈ) வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்

21. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு நல்லியல்பு வாயு நிலை A - லிருந்து நிலை B - க்கு மாறுகிறது எனில் இந்த செயல்முறையில் வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை

அ) சுழி

ஆ) நேர் மதிப்பு

இ) எதிர் மதிப்பு

ஈ) முடிவிலி



22. வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதிப்படி

அ) இரண்டு அமைப்புகளின் வெப்பநிலையும் சமம்

ஆ) ஒரு அமைப்பு மற்றொரு அமைப்பிற்கு வெப்பத்தை வழங்குகிறது

இ) ஒரு அமைப்பு மற்றொரு அமைப்பிடமிருந்து வெப்பத்தை உட்கவருகிறது

ஈ) எதுவுமில்லை

23. வாயுவின் இரண்டு மோலில் நடைபெறும் வெப்ப மாற்றீடற்ற விரிவின்போது, வாயுவின் அக ஆற்றல் 2J குறைகிறது. எனில் இந்த செயல்முறையில் வாயுவின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை எதற்கு சமம்?

அ) -2J

ஆ) 2J

இ) -1J

ஈ) 1J

24. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எதற்கு கூட்டுப்படும் P- V வரைபடத்தின் சாய்வு சுழியாகும்?

அ) அழுத்தம் மாறா நிகழ்வு

ஆ) பருமன் மாறா நிகழ்வு

இ) சமவெப்பநிலை நிகழ்வு

ஈ) எதுவுமில்லை

25. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எதற்கு கூட்டுப்படும் P- V வரைபடத்தின் சாய்வு முடிவிலியாகும்?

அ) பருமன் மாறா நிகழ்வு

ஆ) அழுத்தம் மாறா நிகழ்வு

இ) சமவெப்பநிலை நிகழ்வு

ஈ) சம என்ட்ரோபி நிகழ்வு (Isoentropic)

26. அக ஆற்றலை மாறிலியாக கொண்ட வளைவு எது?

அ) சமவெப்பநிலை வளைவு

ஆ) வெப்ப மாற்றீடற்ற வளைவு

இ) சம என்ட்ரோபி வளைவு (Isoentropic)

ஈ) பருமன் மாறா வளைவு

27. சம என்ட்ரோபி வளைவை இவ்வாறும் குறிப்பிடலாம்

அ) வெப்பம் மாறா வளைவு

ஆ) பருமன் மாறா வளைவு

இ) அழுத்தம் மாறா வளைவு

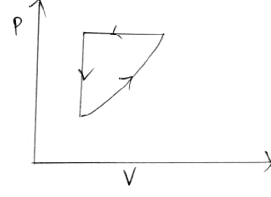
ஈ) சமவெப்பநிலை வளைவு



39. மாறா அழுத்தத்தில் மற்றும் மாறா பருமனில் ஒரு வாயுவில் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன்களின் தகவானது  $\gamma$  எனில், மாறா அழுத்தத்தில் பருமனானது  $V$  லிருந்து  $2V$  க்கு மாற்றப்படும் பொழுது வாயுவின் அக ஆற்றல் மாறுபாடு
- அ)  $\frac{(V-1)}{P_V}$       ஆ)  $\frac{P_V}{(\gamma-1)}$       இ)  $\frac{P}{V(\gamma-1)}$       ஈ)  $\frac{V}{P(\gamma-1)}$
40. வாயுவின் பருமன் மாறா தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்  $C_V = 4.96 \text{ cal / mol K}$  எனில் வாயுவின் இரண்டு மோலில் வெப்பநிலையானது  $340\text{K}$  லிருந்து  $342\text{K}$  க்கு அதிகரிக்கும்பொழுது அக ஆற்றல் உயர்வின் மதிப்பு
- அ)  $27.80 \text{ cal}$       ஆ)  $19.84 \text{ cal}$       இ)  $13.90 \text{ cal}$       ஈ)  $9.92 \text{ cal}$
41. ஒரு அமைப்பில் செய்யப்பட்ட வேலையின் மதிப்பு  $333\text{cal}$  மற்றும் அக ஆற்றல் மாறுபாடு  $167 \text{ cal}$  எனில் வழங்கப்பட்ட வெப்பத்தின் மதிப்பு
- அ)  $333 \text{ cal}$       ஆ)  $500 \text{ cal}$       இ)  $167 \text{ cal}$       ஈ)  $166 \text{ cal}$
42. ஒரு அமைப்பிற்கு  $150\text{J}$  வெப்ப ஆற்றல் கொடுக்கப்படுகிறது. அமைப்பால் செய்யப்பட்ட வேலை  $110\text{J}$  எனில் அமைப்பின் அக ஆற்றல் மாறுபாட்டின் மதிப்பு
- அ) சுழி      ஆ)  $40\text{J}$       இ)  $110\text{J}$       ஈ)  $150\text{J}$
43. நீரின் ஆவியாதல் உள்ளூறை வெப்பத்தின் மதிப்பு  $2240\text{J/gm}$  ஆகும்.  $1$  கிராம் விரிவடைதல் செயல்முறையில் செய்யப்பட்ட வேலையானது  $168\text{J}$  எனில் அக ஆற்றலில் அதிகரிக்கும் மதிப்பு
- அ)  $2240\text{J}$       ஆ)  $2072\text{J}$       இ)  $1680\text{J}$       ஈ)  $168\text{J}$
44. வாயுநிலையிலுள்ள ஒரு அமைப்பிற்கு  $110 \text{ J}$  வெப்ப ஆற்றல் கொடுக்கப்படும் பொழுது அக ஆற்றல் மாறுபாடு  $40\text{J}$  எனில் இந்த செயல்முறையில் வெளியிலிருந்து செய்யப்பட்ட வேலையின் மதிப்பு
- அ)  $140\text{J}$       ஆ)  $70\text{J}$       இ)  $110\text{J}$       ஈ)  $150\text{J}$
45. ஒரு அமைப்பிற்கு அளிக்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றல் மற்றும் அமைப்பின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை முறையே  $\Delta Q$  மற்றும்  $\Delta W$  எனில், வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதிப்படி
- அ)  $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$       ஆ)  $\Delta Q = \Delta W - \Delta U$       இ)  $\Delta Q = \Delta U - \Delta W$       ஈ)  $\Delta Q = -\Delta W + \Delta U$
46. வளிமண்டல அழுத்தத்தில்  $2\text{Kg}$  நீரானது கொதிக்கவைக்கப்பட்டு நீராவியாக மாறுகிறது. பருமனானது  $2 \times 10^{-3}\text{m}^3$  லிருந்து  $3.34\text{m}^3$  க்கு மாறுகிறது எனில் அமைப்பால் செய்யப்பட்ட வேலை தோராயமாக
- அ)  $200\text{KJ}$       ஆ)  $234 \text{ KJ}$       இ)  $340\text{KJ}$       ஈ)  $468 \text{ KJ}$
47. தொடக்கத்தில் ஓர நிலையிலுள்ள ஒரு நல்லியல்பு வாயுவானது பருமன்  $V_1$  லிருந்து  $V_2$  க்கு மூன்று வழிகளில் விரிவடைகிறது. சமவெப்பநிலை நிகழ்வில் வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை  $W_1$ , சம அழுத்த நிகழ்வில் வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை  $W_2$ , மற்றும் சமவெப்ப நிகழ்வில் வாயுவின் மீது செய்யப்பட வேலை  $W_3$  எனில்
- அ)  $W_1 > W_2 > W_3$       ஆ)  $W_2 > W_3 > W_1$       இ)  $W_2 > W_1 > W_3$       ஈ)  $W_1 > W_3 > W_2$
48. எதில்  $dU + dW = 0$  என்ற நிபந்தனை பொருந்தும்
- அ) சம அழுத்தம் நிகழ்வு      ஆ) சமவெப்பநிலை நிகழ்வு  
இ) வெப்பமாற்றீடற்ற நிகழ்வு      ஈ) பருமன் மாறா நிகழ்வு

49. ஒரு வாயுவின் வெப்ப இயக்கவியற் அமைப்பில் ஒரு முழு சுழற்சி நிகழ்விற்கு P-V வரைபடம் காட்டப்பட்டுள்ளது. எனில் கீழே குறிப்பிட்டவைகளில் எது சரி?

- அ)  $\Delta E_{int} > 0, Q < 0$   
 ஆ)  $\Delta E_{int} = 0, Q > 0$   
 இ)  $\Delta E_{int} = 0, Q < 0$   
 ஈ)  $\Delta E_{int} < 0, Q > 0$

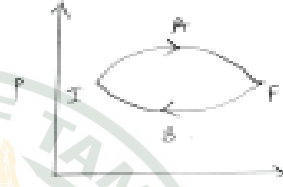


50. ஒரு அமைப்பு வெவ்வேறு நிலைகளைக் கடந்து மீண்டும் தொடக்க நிலைக்கு திரும்பும் நிகழ்வு

- அ) வெப்ப மாற்றீடற்ற நிகழ்வு  
 ஆ) சம வெப்பநிலை நிகழ்வு  
 இ) சுழற்சி செயல்முறை  
 ஈ) சம அழுத்த செயல்முறை

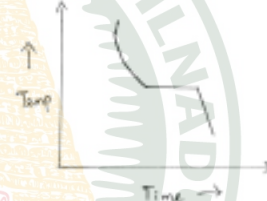
51. படத்தில் A மற்றும் B என்ற இரண்டு செயல்முறைகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் ஒரு வெப்ப இயக்கவியற் அமைப்பு ஆரம்ப நிலையிலிருந்து இறுதி நிலைக்கு F செல்கிறது எனில் அமைப்பிற்கு வழங்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றல்கள் முறையே  $\Delta Q_A$  மற்றும்  $\Delta Q_B$  எனவே

- அ)  $\Delta Q_A = \Delta Q_B$   
 ஆ)  $\Delta Q_A \geq \Delta Q_B$   
 இ)  $\Delta Q_A < \Delta Q_B$   
 ஈ)  $\Delta Q_A > \Delta Q_B$



52. வரைபடம் குறிப்பிடுவத்

- அ) வாயுவின் வெப்பமாற்றீடற்ற விரிவு  
 ஆ) வாயுவின் சமவெப்பநிலை விரிவு  
 இ) திடப்பொருளிலிருந்து திரவ நிலைக்கு மாறும் நிலை  
 ஈ) வெப்பப்படுத்தப்பட்ட திடப்பொருளின் குளிர்்தல்



53. ஒரு வாயுவானது வெப்ப மாற்றீடற்ற முறையில் அமுக்கப்படுகிறது. வாயு அமுக்கப்படும்பொழுது அதன் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்

- அ) முடிவிலி  
 ஆ) குறிப்பிட்ட எதிர்மதிப்பு  
 இ) குறிப்பிட்ட நேர்மதிப்பு  
 ஈ) சுழி

54. சம வெப்பநிலை நிகழ்வில் ஒரு வாயுவின் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்

- அ) சுழி  
 ஆ) குறிப்பிட்ட எதிர்மதிப்பு  
 இ) குறிப்பிட்ட நேர்மதிப்பு  
 ஈ) முடிவிலி

55. 500m உயரத்திலிருந்து நீரானது கீழே விழுகிறது. நீரின் மொத்த ஆற்றல் மாறாமல் இருந்தால், தரைமட்டத்தில் நீரில் அதிகரிக்கும் வெப்பநிலையின் மதிப்பு

- அ)  $0.29^\circ\text{C}$   
 ஆ)  $0.58^\circ\text{C}$   
 இ)  $0.87^\circ\text{C}$   
 ஈ)  $1.16^\circ\text{C}$

56. ஒரு அமைப்பின் உருக்குலைந்த படிக்களை அளவிடும் அளவு

- அ) பருமன் மாறாது  
 ஆ) [Isotropy]  
 இ) என்ட்ரோபி  
 ஈ) என்்தால்பி

57. நீரின் அழுத்தம் அதிகரிக்கப்படும்பொழுது அதன் கொதிநிலை மதிப்பான  $100^\circ\text{C}$  - ன் மாறுபாடு

- அ) குறைவு  
 ஆ) மாறாது  
 இ) அதிகம்  
 ஈ) மாறுநிலை வெப்பநிலை

58. மாறா அழுத்தத்தில் ஒரு நல்லியல்பு வாயு  $\left[\gamma = \frac{5}{3}\right]$  வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது எனில் வாயுவில் வேலை

செய்யப்படுவதற்கு பயன்படுத்தப்பட்ட வெப்ப ஆற்றலின் சதவீதம்

- அ) 60%  
 ஆ) 50%  
 இ) 40%  
 ஈ) 30%



72. பருமன் மாறா மீட்சிக் குணகத்தின் மதிப்பு  
 அ) முடிவிலி                      ஆ) 1 அலகு                      இ) சுழி                      ஈ) எதுவுமில்லை
73. NTP - ல் உள்ள ஒரு லிட்டர் வாயுவானது 1CC க்கு திடீரென்று அமுக்கப்படுகிறது.  $\gamma = \frac{5}{3}$  எனில் இறுதி அழுத்தத்தின் மதிப்பு  
 அ)  $2 \times 10^{10}$  Pascal                      ஆ)  $10^5$  Pascal                      இ)  $2 \times 10^5$  Pascal                      ஈ)  $10^{10}$  Pascal
74. NTP - ல் உள்ள நைட்ரஜன் வாயுவின் வெப்பமாறா பரும மீட்சிக் குணகத்தின் மதிப்பு  
 அ)  $1.28 \times 10^5$  N/m<sup>2</sup>                      ஆ)  $1.33 \times 10^5$  N/m<sup>2</sup>                      இ)  $1.66 \times 10^5$  N/m<sup>2</sup>                      ஈ)  $1.41 \times 10^5$  N/m<sup>2</sup>
75. வெப்ப ஏற்பியின் வெப்பநிலை 27°C ஆக இருக்கும் பொழுது கார்னாட் இயந்திரத்தின் இயக்குத்திறன் 40% எனில் வெப்ப மூலத்தின் வெப்பநிலை  
 அ) 100K                      ஆ) 200K                      இ) 300K                      ஈ) 500K
76. வெப்ப இயக்கவியலின் எந்த விதியில் வெப்ப நிலையின் தத்துவம் தொடர்புடையது  
 அ) மூன்றாம் விதி                      ஆ) இரண்டாம் விதி                      இ) முதல்விதி                      ஈ) சுழி விதி
77. வெப்ப மாற்றீடற்ற விரிவின்போது வாயுவின் பருமன் 5% அதிகரிக்கிறது. குறையும் அழுத்தத்தின் சதவீதம்  
 அ) 1%                      ஆ) 3%                      இ) 5%                      ஈ) 7%
78. 0°C - உள்ள 1kg பனிகட்டி உருக்கப்பட்டு 0°C - ல் நீராக மாற்றப்படுகிறது எனில் என்ட்ரோபியில் ஏற்படும் மாற்றம்  
 அ) 0.293 cal / K                      ஆ) 2.93 cal / K                      இ) 29.3 cal / K                      ஈ) 293 cal / K
79. மீள் செயல்முறை சுழற்சியில், அமைப்பின் என்ட்ரோபியானது  
 அ) அதிகரிக்கும்                      ஆ) குறையும்                      இ) முடிவிலியாகும்                      ஈ) சுழி
80. ஒரு வாயுவின் இரண்டு தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்களின் விகிதம்  $\gamma$  எனில், வெப்பமாற்றீடற்ற மற்றும் சம வெப்பநிலை P - V வரைபடத்தில் வளைவுகள் குறுக்கிடும் புள்ளியில் உள்ள சாய்வுகளின் தகவு  
 அ)  $\gamma + 2$                       ஆ)  $\gamma - 2$                       இ)  $\gamma + 1$                       ஈ)  $\gamma$
81. மாறா அழுத்தத்தில் ஒரு வாயு வெப்பப்படுத்தப்படும் பொழுது, இதனுடைய சம வெப்பநிலையில் அமுக்கப்படும் தன்மையானது  
 அ) அதிகரிக்கும்                      ஆ) குறையும்                      இ) சுழி                      ஈ) மாறாது
82. ஒரு வாயுவின் ஒரே மாதிரியான நான்கு அமைப்புகள் விரிவடைய செய்யப்படுகிறது. எவற்றில் செய்யப்பட்ட வேலை சிறுமம் ஆனால் சுழியல்ல  
 அ) வெப்பமாற்றீடற்ற மாறுதல்                      ஆ) சம வெப்பநிலை மாறுதல்  
 இ) சம அழுத்தம் மாறுதல்                      ஈ) பருமன்மாறா மாறுதல்
83. ஒரு வாயுவின் ஒரே மாதிரியான மூன்று அமைப்புகள் விரிவடையச் செய்யப்படுகிறது. எதில் செய்யப்பட்ட வேலையின் மதிப்பு பெருமமாக இருக்கும்?  
 அ) சம வெப்பநிலை மாறுதல்                      ஆ) வெப்ப மாற்றீடற்ற மாறுதல்  
 இ) பருமன்மாறா மாறுதல்                      ஈ) சம என்ட்ரோபி மாறுதல்
84. பருமன்மாறா மாறுதலில் பரும மீட்சிக் குணகத்தின் மதிப்பு  
 அ) முடிவிலி                      ஆ) -  $\gamma P$                       இ) -P                      ஈ) சுழி
85. ஒரு சம அழுத்த மாறுதலில் பரும மீட்சிக் குணகத்தின் மதிப்பு  
 அ) சுழி                      ஆ) -P                      இ) -  $\gamma P$                       ஈ) முடிவிலி

86. பருமன் மாறா மாறுதலின் போது தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனின் மதிப்பானது R - மற்றும் f - ன் வடிவில்

அ)  $Cv = \alpha$                       ஆ)  $Cv = f \frac{R}{2}$                       இ)  $Cv = \left[ \frac{f}{2} + 1 \right]$                       ஈ)  $Cv = \text{சுழி}$

87. ஈரணு வாயுவின் ( $f = 1.4$ ) அழுத்தம் மற்றும் அடர்த்தியானது வெப்பம் மாறா முறையில் ( $P_1, d_1$ ) விருந்து

( $P_2, d_2$ ) க்கு மாற்றப்படுகிறது. இதில்  $\frac{d_2}{d_1}$  - ன் மதிப்பு 32 எனில்  $\frac{P_2}{P_1}$  ன் மதிப்பு

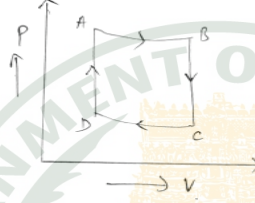
அ) 256                      ஆ) 128                      இ) 64                      ஈ) 32

88. ஒரு பாத்திரத்தில் 5 லிட்டர் வாயுவானது 0.8m அழுத்தத்தில் உள்ளது. இதனுடன் 3 லிட்டர் பருமன் கொண்ட வெற்றிடமாக்கப்பட்ட பாத்திரம் இணைக்கப்படுகிறது. இந்த அமைப்பின் தொகுப்பின் அழுத்தத்தின் மதிப்பு (இந்த அமைப்பு முழுவதும் தனிமைப்படுத்தப்பட்டது)

அ) 0.6m                      ஆ) 0.5m                      இ) 0.4m                      ஈ) 0.3m

89. ஒரு நல்லியல்பு வாயுவின் P - V வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. வெப்ப மாற்றீடற்ற செயல்முறையை குறிப்பிடுவது எது?

- அ) AB மற்றும் BC  
ஆ) BC மற்றும் DA  
இ) BC மற்றும் CD  
ஈ) CD மற்றும் DA



90. ஒரு மனிதரின் எடையானது 60kg ஆகும். அவர் உணவின் மூலமாக  $10^5$  காலோரி வெப்ப ஆற்றலை பெறுகிறார். உடலின் இயக்குதிறன் 28% எனில் இவரால் ஏறிவருகின்ற உயரத்தின் மதிப்பு தோராயமாக

அ) 1000m                      ஆ) 400m                      இ) 200m                      ஈ) 100m

91. ஒரு வெப்ப இயக்கவியற் அமைப்பு 100 கலோரி வெப்ப ஆற்றலை உட்கவர்ந்து 30J வேலையை செய்கிறது. இதில்  $J = 4.2J/cal$  எனில் அமைப்பின் அக ஆற்றல் மாறுபாட்டின் மதிப்பு

அ) 14J                      ஆ) 140J                      இ) 390J                      ஈ) 450J

92. பொருளின் தனி சுழி வெப்பநிலையில் என்ட்ரோபியின் மதிப்பு

அ) நேர்மதிப்பு                      ஆ) எதிர்மதிப்பு                      இ) சுழி                      ஈ) முடிவிலி

93. காற்று உள்ள உருளையின் பிஸ்டனானது திடீரென்று அழுக்கப்பட்டு மீண்டும் அதே நிலைக்கு கொண்டு வரப்படுகிறது எனில் இந்த நேரத்தில் அழுத்தத்தின் மதிப்பு

அ) சுழியாகும்                      ஆ) அதிகரிக்கும்                      இ) மாறாது                      ஈ) குறையும்

94. மூடப்பட்ட பாத்திரத்திலுள்ள வாயுவானது  $5^\circ C$  வெப்பநிலை உயர்விற்கு வெப்பப்படுத்தப்படும்பொழுது, அழுத்தமானது 1% உயர்கிறது எனில் வாயுவின் உண்மையான வெப்பநிலையின் மதிப்பு

அ)  $50^\circ C$                       ஆ)  $227^\circ C$                       இ)  $273^\circ C$                       ஈ)  $500^\circ C$

95. OK வெப்பநிலையில் வாயுவின் எந்த மதிப்பு சுழி ஆகும்.

அ) நிலை ஆற்றல்                      ஆ) இயக்க ஆற்றல்                      இ) அக ஆற்றல்                      ஈ) அதிர்வு ஆற்றல்

96. ஒரு வாயு மாதிரி விரிதையும்போது அதனுடைய அக ஆற்றல் குறைகிறது. இந்த நிகழ்வில் காணப்படுவது

அ) சம வெப்பநிலை மாற்றம்                      ஆ) வெப்பமாற்றீடற்ற மாற்றம்  
இ) மீள் செயல்முறை மாற்றம்                      ஈ) மீளா செயல்முறை மாற்றம்

97. ஒரு மோல் நல்லியல்பு வாயுவானது தொடக்க வெப்பநிலை  $T_1$  லிருந்து இறுதி வெப்பநிலை  $T_2$  க்கு வெப்பமாற்றீடற்ற முறையில் விரிவடையும் பொழுது செய்யப்பட்ட வேலை  
 அ)  $C_p (T_1 - T_2)$       ஆ)  $C_v (T_1 - T_2)$       இ)  $(C_p - C_v) (T_1 - T_2)$       ஈ)  $(C_p - C_v) (T_1 - T_2)$
98. ஒரு குளிர்பதனி எதுவாக செயல்படுகிறது  
 அ) வெப்ப இறைப்பான்      ஆ) ஒரு வெப்ப இயந்திரம்      இ) கார்னாட் இயந்திரம்      ஈ) ஒட்டோ இயந்திரம்
99. ஒரு கார்னாட் இயந்திரத்தில் வெப்ப மூலத்திலிருந்து வெப்ப ஆற்றலானது உட்கவரப்படுகிறது எனில் வெப்ப மூலத்தின் வெப்பநிலை  
 அ) மாறாது      ஆ) அதிகரிக்கும்      இ) குறையும்      ஈ) சுழி
100. கார்னாட் இயந்திரத்தின் இயக்குத்திறனின் மதிப்பு 100% ஆக இருப்பதற்கு வெப்ப ஏற்பியின் வெப்பநிலையின் மதிப்பு  
 அ) OK      ஆ)  $0^\circ\text{C}$       இ) 273K      ஈ) 373K
101. மாறா பருமனில் வாயுவின் ஒரு மோலில் ஒரே மாதிரியான வெப்பநிலை உயர்விற்கு ஓரணு வாயுவிற்கு தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலை போல் K மடங்கு வெப்ப ஆற்றலானது நேர்கோட்டில் அமையாத மூவணு வாயுவிற்கு தேவைப்படுகிறது. எனில் K - ன் மதிப்பு  
 அ) 2      ஆ) 3      இ) 4      ஈ) 5
102. கீழ்க்கண்ட எந்த செயல்முறையில், வெப்ப இயக்கவியற் பண்புகளவுகளான P,V மற்றும் T ஆகிய மூன்றும் மாற்றப்படுகிறது?  
 அ) வெப்ப மாற்றீடற்ற நிகழ்வு      ஆ) சமவெப்பநிலை நிகழ்வு  
 இ) பருமன் மாறா நிகழ்வு      ஈ) அழுத்தம் மாறா நிகழ்வு
103. வளிமண்ட அழுத்தத்தில் நீரானது வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. இதில் காணப்படும் வெப்ப இயக்கவியற் செயல்முறை  
 அ) அழுத்தம் மாறா நிகழ்வு      ஆ) பருமன்மாறா நிகழ்வு  
 இ) சம என்ட்ரோபி நிகழ்வு      ஈ) சம வெப்பநிலை நிகழ்வு
104. ஒரு கார்னாட் இயந்திரத்தின் திறன் மதிப்பு  
 அ) சுழி      ஆ) 25      இ) 50      ஈ) 75
105. எதனடிப்படையில் வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதியானது விளக்கப்படுகிறது  
 அ) ஜீல் விதி      ஆ) பாயில் விதி      இ) சார்லஸ் விதி      ஈ) அவாகாட்ரோ விதி
106. வாயுவின் இரண்டு மோலில் வெப்பமாறா விரிவின்போது அக ஆற்றல் மாறுபாடு 100J எனில், இந்த செயல்முறையில் செய்யப்பட்ட வேலை  
 அ) 100 J      ஆ) 200 J      இ) 50 J      ஈ) 25 J
107. கொடுக்கப்பட்ட வாயுவின் அளவானது  $P_1, V_1$  என்ற நிலையிலிருந்து  $P_2, V_2$  என்ற நிலைக்கு இரண்டு வெவ்வேறான செயல்முறையில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. வாயுவிற்கு அளிக்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றல் மற்றும் வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை முறையே  $\Delta Q$  மற்றும்  $\Delta W$  எனில் இரண்டு செயல்முறைகளிலும் கீழ்க்கண்ட எந்த மதிப்பு மாறிலி ஆகும்.  
 அ)  $\Delta Q + \Delta W$       ஆ)  $\Delta Q$       இ)  $\Delta W$       ஈ)  $\Delta Q - \Delta W$



108. தொடக்கத்தில் 17°C வெப்பநிலை கொண்ட ஒரு ஓரணு வாயுவானது அதன் பருமனில் எட்டில் ஒரு பங்கிற்கு திடீரென்று அமுக்கப்படுகிறது. அமுக்கத்திற்கு பிறகு வாயுவின் வெப்பநிலை  
 அ) 887K                      ஆ) 36.25K                      இ) 2320K                      ஈ) 1160K
109. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு வாயுவானது ABCA என்ற சுழற்சி செயல்முறையில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இந்த செயல்முறைக்கு 3.6 கலோரி வெப்ப ஆற்றல் கொடுக்கப்பட்டது. 1 கலோரிக்கு சமமான மதிப்பு  
 அ) 4.20 J  
 ஆ) 4.19J  
 இ) 4.18J  
 ஈ) 4.17J
- 
110. ஒரு குறிப்பிட்ட ஆக்ஸிஜன் வாயுவானது ( $\gamma = 1.14$ ) சம வெப்பநிலை நிகழ்வில் அதன் அழுத்தம் இருமடங்காகும் வரை அமுக்கப்படுகிறது. மீண்டும் வாயுவானது முதலில் இருந்த பருமனிற்கு திரும்பும் வரை வெப்பம்மாறா முறையில் விரிவடையச் செய்யப்படுகிறது. எனில் வாயுவின் இறுதி அழுத்தமானது தொடக்க அழுத்தத்தைப் பொறுத்து  
 அ)  $1.2P_1$                       ஆ)  $P_1$                       இ)  $0.8P_1$                       ஈ)  $0.5P_1$
111. 7°C வெப்பநிலையில் உள்ள 1Kg நைட்ரஜன் வாயு மூலக்கூறுகளின் சுழற்சி இயக்கத்தின் ஆற்றல்  
 அ)  $8.3 \times 10^4 J$                       ஆ)  $15.4 \times 10^2 J$                       இ)  $6.67 \times 10^3 J$                       ஈ)  $8.45 \times 10^6 J$
112. 0°C வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு நல்லியல்பு வாயுவானது சம வெப்பநிலை முறையில்  $0.01m^3$  லிருந்து  $0.200m^3$  அளவிற்கு பருமனானது விரிவடையச் செய்யப்படுகிறது. வாயுவின் 5 மோலில் செய்யப்பட்ட வேலை, வழங்கப்பட்ட வெப்பம், மற்றும் அக ஆற்றல் மாறுபாட்டின் மதிப்பு  
 அ) 12458J                      ஆ) 33946J                      இ) 8456J                      ஈ) 10845J
113. ஒரு நல்லியல்பு வாயுவானது சமவெப்பநிலை முறையில் பருமன் 32 லிருந்து 242 க்கு 20atm - ல் விரிவடையச் செய்யப்படுகிறது எனில் வாயுவால் செய்யப்பட்ட வேலை  
 அ)  $1.26 \times 10^4 J$                       ஆ)  $4.85 \times 10^4 J$                       இ)  $3.48 \times 10^4 J$                       ஈ)  $2.56 \times 10^4 J$
114. ஒரு உருளையில் தொடக்கத்தில்  $1.0 \times 10^6 Pa$  மற்றும் 300K கொண்ட ஒரு நல்லியல்பு ஓரணு வாயுவின் இரண்டு மோல் மூலக்கூறானது அதன் பருமன் இருமடங்காகும் வரை விரிவடையச் செய்யப்படுகிறது எனில் வாயு விரிவடையும் போது செய்யப்பட்ட வேலை  
 அ) 3452J                      ஆ) 4980J                      இ) 1568J                      ஈ) 2764J
115. 273K வெப்பநிலையில் உள்ள 6g நைட்ரஜன் வாயுவானது அதன் பருமன் தொடக்கத்தில் உள்ளதை விட 5 மடங்கு ஆகும் வரை சமவெப்பநிலை முறையில் விரிவடைகிறது. பின்பு பருமன் மாறா முறையில் அதன் அழுத்தம் இறுதி நிலையிலிருந்து தொடக்க நிலைக்கு வரும் வரை வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த முழு செயல்முறையில் வாயுவால் உட்கரப்பட்ட மொத்த ஆற்றல்  
 அ) 1365J                      ஆ) 67977J                      இ) 78919.4J                      ஈ) 48590J
116. சாதாரண வளிமண்டல அழுத்தத்தில் நீரானது நீராவி நிலைக்கு மாறும் வரை வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது எனில் ஆவியாதல் செயல்முறையில் சரியான கூற்றை குறிப்பிடுக.  
 அ) செயல்முறையில் வெப்பநிலை மாறாதா போதும் அமைப்பின் அக ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது  
 ஆ) செய்யப்பட்ட வேலை சுழியல்ல  
 இ) வெப்ப ஆற்றலின் பெரும் பகுதியானது அமைப்பின் அக ஆற்றல் அதிகரிப்பதற்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.  
 ஈ) மேற்குறிப்பிட்ட அனைத்தும்