

Points to remember:

Adiabatic wall	Diathermic walls
An insulating wall that does not allow flow of energy (heat) through it.	A diathermic wall is a type of wall that allows heat to pass through it.

S. NO.	Thermodynamic process	Introduction	Work done
1	Isothermal	Temperature remains constant	$Q=W=\mu RT \log_e \frac{V_2}{V_1}$
2	Isochoric	Volume remains constant	$W = 0$
3	Isobaric	Pressure remains constant	$W = P\Delta V = P (V_2 - V_1) = \mu R(T_2 - T_1)$
4	Adiabatic	Heat remains constant	$\frac{1}{\gamma - 1} (T_1 - T_2)$
5	cyclic	System returns to the original state	$W = \text{Area under P-V Diagram}$
6	Reversible	System returns to initial state by following the reverse path	$W = \text{Area under P-V Diagram}$
7	Quasi-static	An infinitely slow process such that the system remains in thermal and mechanical equilibrium with the surroundings throughout. * All reversible processes are quasi static in nature	$W = \text{Area under P-V Diagram}$

Thermodynamic state variables	State Variables
Thermodynamic state variables describe equilibrium states of systems. e.g. pressure, volume, temperature, and mass etc.	State Variables: Quantities such that their value depends only on the given state of the system, not on history i.e. not on the 'path' taken to arrive at that state.

Important terms	Definition
Equation of state	The connection between the state variables is called the equation of state. $PV=\mu RT$
Indicator Diagram	Graphical variation between P and V for a Thermodynamic process. Area under the P v/s V curve gives the work done.
Isotherm	The pressure-volume curve for a fixed temperature is called an isotherm.
One calorie:	The amount of heat required to raise the temperature of 1g of water from 14.5 °C to 15.5 °C. $1 \text{ cal}=4.186\text{J}$
Thermal equilibrium	When two systems are brought in thermal contact with each other and when the heat exchange between the systems stops. This occurs when temperature becomes the same.
Heat	Heat is the energy transfer arising due to temperature difference between the system and the surroundings. Heat is the energy in transit. Heat is not a state variable. It is a mode of energy transfer to/ from a system resulting in change in its internal energy.

Work done	Work is energy transfer brought about by other means, such as moving the piston of a cylinder containing the gas, by raising or lowering some weight connected to it. Work is not a state variable.
Internal energy	Internal energy of a system is the sum of kinetic energies and potential energies of the molecular constituents of the system. It does not include the overall kinetic energy of the system. Internal energy is the sum of the kinetic energies and potential energies of the particles of a system. $U = U_K + U_P$ U_K : It depends on temperature only. U_P : It depends only on configuration. U is a state variable of the system.

laws of Thermodynamics	Statement
Zeroth law of Thermodynamics	Two systems in thermal equilibrium with a third system are in thermal equilibrium with each other. The Zeroth Law leads to the concept of temperature.
First law of thermodynamics:	If ΔQ is the amount of heat supplied to any system, then this heat will be utilized to increase the internal energy of the system and in the work done in order to move the piston. Mathematically, $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$

Second law of thermodynamics	1. Lord Kelvin Statement: No process is possible whose sole result is the absorption of heat from a reservoir and the complete conversion of the heat into work. It is impossible to construct a heat engine which extract all heat from the source and converts it into equal amounts of work done and no heat is given to the sink. 2. Clausius Statement: Clausius statement No process is possible whose sole result is the transfer of heat from a colder object to a hotter object Without the performance of external work heat cannot flow from the cold reservoir towards the hot reservoir.
-------------------------------------	--

रुद्धोष्म दीवार	ऊष्मा पार्थ (संवाहक) दीवार
रुद्धोष्म दीवार - एक कुचलाक दीवार जो इसके माध्यम से ऊर्जा (ऊष्मा) के प्रवाह की अनुमति नहीं देती है।	एक संवाहक दीवार जो इसके माध्यम से ऊर्जा (ऊष्मा) के प्रवाह की अनुमति देती है।

S. NO.	ऊष्मा गतिकीय प्रक्रम	परिचय	कार्य
1	समतापीय प्रक्रम	तापमान नियत रहता है।	$Q = W = \mu RT \log_e \frac{V_2}{V_1}$
2	सम आयतनिक प्रक्रम	आयतन नियत रहता है।	$W = 0$
3	समदाबीय प्रक्रम	दाब नियत रहता है।	$W = P\Delta V = P(V_2 - V_1) = \mu R(T_2 - T_1)$
4	रुद्धोष्म प्रक्रम	ऊष्मा नियत रहती है।	$\frac{1}{\gamma - 1} (T_1 - T_2)$
5	चक्रीय प्रक्रम	निकाय मूल स्थिति में लौट आता है।	$W = \text{Area under P-V Diagram}$
6	उत्क्रमणीय प्रक्रम	निकाय विपरीत पथ का अनुसरण करके प्रारंभिक स्थिति में लौट आता है।	$W = \text{Area under P-V Diagram}$

7	अर्ध स्थैतिक प्रक्रम	एक असीम रूप से धीमी प्रक्रम जैसे कि निकाय पूरे परिवेश के साथ थर्मल और यांत्रिक संतुलन में रहता है। * सभी प्रतिवर्ती प्रक्रियाएं प्रकृति में अर्ध स्थिर होती हैं	$W = \text{Area under P-V Diagram}$
---	----------------------	--	-------------------------------------

महत्वपूर्ण पद	परिभाषा
अवस्था का समीकरण	अवस्था चरों के बीच के संबंध को अवस्था का समीकरण कहा जाता है। $PV = \mu RT$
संकेतक आरेख	उष्मागतिकी प्रक्रम के लिए P और V के बीच का ग्राफ। P v/s V वक्र का क्षेत्र किए गए कार्य को दर्शाता है।
समताप रेखा	एक निश्चित तापमान के लिए दाब-आयतन वक्र को समताप रेखा कहा जाता है।
एक कैलोरी	1 ग्राम पानी का तापमान 14.5 डिग्री सेल्सियस से 15.5 डिग्री सेल्सियस तक बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा। $1 \text{ कैलोरी} = 4.186 \text{ J}$
तापीय साम्य	जब दो निकायों को एक दूसरे के साथ तापीय संपर्क में लाया जाता है और जब निकायों के बीच ऊष्मा का आदान-प्रदान बंद हो जाता है। ऐसा तब होता है जब तापमान एक समान हो जाता है।
ऊष्मा	ऊष्मा निकाय और परिवेश के बीच तापमान के अंतर के कारण उत्पन्न होने वाला ऊर्जा हस्तांतरण है। ऊष्मा पारगमन में ऊर्जा है। ऊष्मा कोई अवस्था चर नहीं है। यह किसी निकाय से/से ऊर्जा स्थानांतरण का एक तरीका है जिसके परिणाम स्वरूप इसकी आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन होता है।
कार्य	कार्य अन्य तरीकों से किया गया ऊर्जा हस्तांतरण है, जैसे गैस वाले सिलेंडर के पिस्टन को हिलाना, उससे जुड़े कुछ वजन को ऊपर उठाना या कम करना। कार्य एक अवस्था चर नहीं है।
आंतरिक ऊर्जा	किसी निकायकी आंतरिक ऊर्जा निकाय के आणविक घटकों की गतिज ऊर्जा और संभावित ऊर्जा का योग है। इसमें निकाय की समग्र गतिज ऊर्जा शामिल नहीं है। आंतरिक ऊर्जा किसी निकाय के कणों की गतिज ऊर्जा और स्थितिज ऊर्जा का योग है। $U = U_k + U_p$ U_k यह केवल तापमान पर निर्भर करता है। U_p यह केवल विन्यास पर निर्भर करता है। U निकाय का एक अवस्था चर है।

उष्मागतिकी का नियम:	प्रकथन:
उष्मागतिकी शून्य कोटि नियम	दो निकाय तीसरी निकाय के साथ पृथक पृथक तापीय साम्य में हैं तो वे परस्पर भी तापीय साम्य में होंगे। वह नियम तापमान की अवधारणा की ओर ले जाता है।
उष्मागतिकी का पहला नियम:	यदि ΔQ किसी निकाय को आपूर्ति की गई ऊष्मा की मात्रा है, तो इस ऊष्मा का उपयोग निकाय की आंतरिक ऊर्जा को बढ़ाने और पिस्टन को स्थानांतरित करने के लिए किए गए कार्य में किया जाएगा। गणितीय रूप से, $\Delta Q = \Delta U + \Delta W = \Delta U + P\Delta V$
ऊष्मागतिकी का दूसरा नियम	1. लॉर्ड केल्विन का प्रकथन: ऐसी कोई प्रक्रम संभव नहीं है जिसका एकमात्र परिणाम किसी ऊष्मा भंडार से ऊष्मा का अवशोषण और ऊष्मा का कार्य में पूर्ण रूपांतरण हो। 2. क्लॉसियस का प्रकथन: कोई भी प्रक्रम संभव नहीं है जिसका एकमात्र परिणाम किसी ठंडी पिंड से ऊष्मा का स्थानांतरण अधिक गरम पिंड तक हो सके।

MULTIPLE CHOICE QUESTIONS:

बहुविकल्पीय प्रश्न:

- Internal energy of an isolated system is :**
 - Increases
 - Decreases
 - Remain the same
 - None of these

एक पृथक निकाय की आंतरिक ऊर्जा है।

 - बढ़ती है
 - घटती है
 - वही रहती है
 - इनमें से कोई नहीं
- The Zeroth law of thermodynamics leads to the concept of :**
 - Internal energy
 - Heat content
 - Pressure
 - Temperature

ऊष्मागतिकी का शून्य कोटि नियम निम्नलिखित की अवधारणा की ओर ले जाता है।

 - आंतरिक ऊर्जा
 - निहित ऊष्मा
 - दाब
 - तापमान
- First law of thermodynamics leads to :**
 - Conservation of mass
 - Conservation of linear momentum
 - Conservation of energy

d. Conservation of angular momentum

ऊष्मागतिकी का पहला नियम निम्न में से किसकी की ओर ले जाता है?

- द्रव्यमान का संरक्षण
- रैखिक संवेग का संरक्षण
- ऊर्जा का संरक्षण
- कोणीय संवेग का संरक्षण

4. In an isothermal process:

- Temperature is constant
- Pressure is constant
- Volume is constant
- None of these

एक समतापीय प्रक्रम में

- तापमान नियत रहती है
- दाब नियत रहती है
- आयतन नियत रहती है
- इनमें से कोई नहीं

5. In adiabatic process :

- Pressure is constant
- Temperature is constant
- Volume is constant
- None of these

रुद्धोष्म प्रक्रम में ।

- दाब नियत है
- तापमान नियत है
- आयतन नियत है
- इनमें से कोई नहीं

6. In isochoric process :

- Temperature is constant
- Volume is constant
- Pressure is constant
- None of these

सम आयतनिक प्रक्रम में ।

- तापमान नियत रहती है
- आयतन नियत रहती है
- दाब नियत रहती है
- इनमें से कोई नहीं

7. 10 kg water at 100°C is converted into steam at 100°C by boiling it at standard atmospheric pressure. If the volume of water changes from $1 \times 10^3 \text{cc}$ to $1671 \times 10^3 \text{cc}$ find the change in the internal energy of the system. Given latent heat of vaporization

of water = $2256 \times 10^3 \text{ Jkg}^{-1}$. Standard atmospheric pressure = $1.01 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$:

- 1087.3 KJ
- 2087.3 KJ
- 3087.3 KJ
- 4087.3 KJ

100°C पर 10 किलो पानी को मानक वायुमंडलीय दाबपर उबालकर 100°C पर भाप में परिवर्तित किया जाता है। यदि पानी का आयतन $1 \times 10^3 \text{cc}$ से $1671 \times 10^3 \text{cc}$ हो जाए तो निकाय की आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन ज्ञात कीजिए। पानी के वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा = $2256 \times 10^3 \text{ Jkg}^{-1}$ दी गई है। मानक वायुमंडलीय दाब = $1.01 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

- 1087.3 KJ
- 2087.3 KJ
- 3087.3 KJ
- 4087.3 KJ

8. In isothermal process, internal energy is :

- 0
- 1
- Between 1 to ∞
- ∞

समतापीय प्रक्रम में, आंतरिक ऊर्जा होती..... है।

- 0
- 1
- 1 से के बीच ∞
- ∞

9. In adiabatic process, internal energy is equal to:

- Positive work done
- Negative work done
- Both a & c
- None of these

रुद्धोष्म प्रक्रम में, आंतरिक ऊर्जा..... के बराबर होती है:

- किया गया धनात्मक कार्य
- किया गया ऋणात्मक कार्य
- दोनों a और c
- इनमें से कोई नहीं

10. Which of the following options describe Mayer's formula ?

- $C_p + C_v = R$
- $C_v - C_p = R$
- $C_v \times C_p = R$
- $C_p - C_v = R$

निम्नलिखित में से कौन सा विकल्प मेयर के सूत्र का दर्शाता है?

- $C_p + C_v = R$
- $C_v - C_p = R$
- $C_v \times C_p = R$
- $C_p - C_v = R$

11. Isothermal equation of an ideal gas is :

- a. $Pv = 0$
- b. $PV = 1$
- c. $PV = \text{constant}$
- d. $PV = T$

एक आदर्श गैस का समतापीय समीकरण है:

- a. $Pv = 0$
- b. $PV = 1$
- c. $PV = \text{नियत}$
- d. $PV = T$

12. A gas having volume 4.0 litre at a pressure of 1 atm and at temperature of 300 K is compressed adiabatically to a volume of 2 litre. What its final temperature ?

- a. 395.4 K
- b. 595.4 K
- c. 795.4 K
- d. 695.4 K

एक गैस जिसका आयतन 1atm के दाब तथा 300k ताप पर 4.0 लीटर है 300 K के तापमान को रुद्धोष्म रूप से एक आयतन 2 लीटर में संपीड़ित किया जाता है। इसका अंतिम तापमान क्या है:

- a. 395.4 K
- b. 595.4 K
- c. 795.4 K
- d. 695.4 K

13. In an adiabatic process, work done is negative :

- a. $T_1 > T_2$
- b. $T_1 < T_2$
- c. $T_2 = T_1$
- d. None of these

रुद्धोष्म प्रक्रम में किया गया कार्य ऋणात्मक होता है? यदि

- a. $T_1 > T_2$
- b. $T_1 < T_2$
- c. $T_2 = T_1$
- d. इनमें से कोई नहीं

14. Which of the following is the limitation of the first law of thermodynamics?

- a. Don't tell about direction of transfer of heat
- b. Don't tell what quantity of heat is converted into work
- c. Don't tell about the condition under what heat energy is converted into work
- d. All of these

निम्नलिखित में से कौन ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम की सीमा है ?

- a. ऊष्मा स्थानांतरण की दिशा के बारे में नहीं बताता है

- b. यह मत बताइए कि ऊष्मा की कितनी मात्रा कार्य में परिवर्तित होती है
- c. उस स्थिति के बारे में न बताएं जिसके अंतर्गत ऊष्मा ऊर्जा कार्य में परिवर्तित होती है
- d. इनमें से सभी

15. Reversible process take place :

- a. Very slowly
- b. Slowly
- c. Fast
- d. Very fast

उत्क्रमणीय प्रक्रम होती है :

- a. बहुत मंद
- b. मंद
- c. तेज़
- d. बहुत तेज़

16. If W_A and W_I is the work done by the adiabatic process and isothermal process, then choose the correct option :

- a. $W_I > W_A$
- b. $W_A < W_I$
- c. Both a and b
- d. None of these

यदि W_A और W_I रुद्धोष्म प्रक्रम और समतापीय प्रक्रम द्वारा किया गया कार्य है, तो सही विकल्प चुनें:

- a. $W_I > W_A$
- b. $W_A < W_I$
- c. a और b दोनों
- d. इनमें से कोई नहीं

17. Internal energy of a molecules of the gas is :

- a. Kinetic energy
- b. Potential energy
- c. Kinetic energy + Potential energy
- d. None of these

गैस के अणुओं की आंतरिक ऊर्जा क्या होती है ?

- a. गतिज ऊर्जा
- b. संभावित ऊर्जा
- c. गतिज ऊर्जा + स्थितिज ऊर्जा
- d. इनमें से कोई नहीं

18. During reversible process, loss of energy is :

- a. Low
- b. High
- c. Zero
- d. Infinity

उत्क्रमणीय प्रक्रम के दौरान, ऊर्जा का हास होती है:

- a. निम्न
- b. उच्च
- c. शून्य
- d. अनंत

19. When temperature of a gas increases,

pressure will be :

- a. Increases b. Decreases
c. Remain constant d. Both a. and b.

जब गैस का तापमान बढ़ता है, तो दाब:

- a. बढ़ता है b. घटता है
c. नियत रहता है d. a और b दोनों

20. When a gas is compressed isothermally, the change in internal energy is :

- a. Low b. High
c. Doesn't change d. None of these

जब किसी गैस को समतापीय रूप से संपीड़ित किया जाता है, तो आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन होता है।

- a. निम्न b. उच्च
c. नहीं d. इनमें से कोई नहीं

21. First law of thermodynamics is given by :

- a. $dQ=du+pdv$ b. $dQ = du \times pdv$
c. $dQ=(du+du)p$ d. $dQ = pu + dv$

ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम निम्न द्वारा दर्शाया दिया गया है:

- a. $dQ=du+pdv$ b. $dQ = du \times pdv$
c. $dQ=(du+du)p$ d. $dQ = pu + dv$

22. Air in a cylinder is suddenly compressed by a piston, which is then maintained at the same position with the passage of time then:

- a. The pressure decreases
b. The pressure increases
c. Pressure remains same
d. None of these

एक सिलेंडर में हवा को पिस्टन द्वारा अचानक संपीड़ित किया जाता है, जिसे कुछ समय तक उसी स्थिति में बनाए रखा जाए तो

- a. दाब कम हो जाता है।
b. दाब बढ़ जाता है।
c. दाब समान रहता है।
d. इनमें से कोई नहीं।

23. In an adiabatic process :

- a. No heat enters or leaves the gas
b. Temperature of the gas changes
c. Change in internal energy is equal to the mechanical work done

d. All of the above

रूद्धोष्म प्रक्रम में :

- a. कोई ऊष्मा गैस में न तो प्रवेश करती न ही बहार निकलती है।
b. गैस का तापमान बदलता है।
c. आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन किए गए यांत्रिक कार्य के बराबर होता है।
d. उपरोक्त सभी

24. When the gas is heated at constant volume, the heat supplied the internal energy of the gas :

- a. Increases b. Decreases
c. Remain constant d. None of these

जब गैस को नियत आयतन पर गर्म किया जाता है, तो गैस की आंतरिक ऊर्जा जाती है।

- a. बढ़ b. घट
c. नियत रह d. इनमें से कोई नहीं

25. 100g of water is heated from 30°C to 50°C. Ignoring the slight expansion of the water, the change in its internal energy is(specific heat of water is 4.148 J kg⁻¹ k⁻¹)

- a. $dQ=du+pdv$ b. $dQ = du \times pdv$
c. $dQ=(du+du)p$ d. $dQ = pu + dv$

100 ग्राम पानी को 30°C से 50°C तक गर्म किया जाता है। पानी के थोड़े से प्रसार को नज़रअंदाज़ करने पर, इसकी आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन है। (पानी की विशिष्ट ऊष्मा 4.148 J kg⁻¹ k⁻¹ है)

- a. $dQ=du+pdv$ b. $dQ = du \times pdv$
c. $dQ=(du+du)p$ d. $dQ = pu + dv$

26. If Cp and Cv denote the specific heats of nitrogen per unit mass at constant pressure and constant volume respectively, then:

- a. $Cp - Cv = R/28$ b. $Cp - Cv = R/14$
c. $Cp - Cv = R$ d. $Cp - Cv = 28R$

यदि Cp और Cv क्रमशः नियत दाब और नियत आयतन पर प्रति इकाई द्रव्यमान नाइट्रोजन की विशिष्ट ऊष्मा को दर्शाते हैं, तो

- a. $Cp - Cv = R/28$ b. $Cp - Cv = R/14$
c. $Cp - Cv = R$ d. $Cp - Cv = 28R$

27. 110 J of heat is added to a gaseous system, whose internal energy increases by 40 J. Then, the amount of external work done is :

- a. 150 J b. 70 J

- c. 110 J d. 40 J

एक गैसीय निकाय में 110 J ऊष्मा दी जाती है, जिसकी आंतरिक ऊर्जा 40 J बढ़ जाती है। फिर, किए गए बाहरी कार्य की मात्रा होगी।

- a. 150 J b. 70 J
c. 110 J d. 40 J

28. In the case of a hot cup of tea, heat transfer takes place

- a. From surrounding to cup till equilibrium establishes
b. From cup to surrounding till equilibrium establishes
c. In both ways
d. No heat transfer takes place

चाय के गर्म कप की स्थिति में ऊष्मा का स्थानांतरण होता है।

- a. परिवेश से कप तक साम्य स्थापित होने तक
b. कप से लेकर परिवेश तक साम्य स्थापित होने तक
c. दोनों तरीकों से
d. कोई ऊष्मा हस्तांतरण नहीं होता है

29. The specific heat at constant pressure is more than that at constant volume due to the fact that:

- a. molecular oscillations are more violent at constant pressure.
b. additional work needs to be done for allowing expansion of gas at constant pressure.
c. there is more intermolecular attraction at constant pressure.
d. There are some reasons other than those given above.

नियत दाब पर विशिष्ट ऊष्मा नियत आयतन पर विशिष्ट ऊष्मा से अधिक होती है, इस तथ्य के कारण....:

- a. नियत दाब पर आणविक दोलन अधिक तीव्र होते हैं।
b. नियत दाब पर गैस के प्रसार के लिए अतिरिक्त कार्य करने की आवश्यकता है।
c. नियत दाब पर अंतर-आणविक आकर्षण अधिक होता है।
d. ऊपर दिए गए कारणों के अलावा कुछ अन्य कारण भी हैं।

30. When steam is converted into water, internal energy of the system

- a. increases b. decreases
c. remains constant d. becomes zero

जब भाप को पानी में परिवर्तित किया जाता है, तो निकाय की आंतरिक ऊर्जा

- a. बढ़ती है। b. घटती है।
c. नियत रहती है। d. शून्य हो जाती है।

31. A gas expands under constant pressure P from volume V_1 to V_2 . The work done by the gas is:

- a. $P(V_2 - V_1)$ b. $P(V_1 - V_2)$
c. $P(V_1^{y_1} - V_2^{y_2})$ d. $P(1/V_1 - 1/V_2)$

एक गैस नियत दाब P पर आयतन V_1 से V_2 तक प्रसार करती है। गैस द्वारा किया गया कार्य होगा।

- a. $P(V_2 - V_1)$ b. $P(V_1 - V_2)$
c. $P(V_1^{y_1} - V_2^{y_2})$ d. $P(1/V_1 - 1/V_2)$

32. If Q, U and W denote respectively the heat added, change in internal energy and the work done in a closed cyclic process, then

- a. $U = 0$ b. $Q = 0$
c. $W = 0$ d. $Q = W = 0$

यदि Q, U और W क्रमशः दी गई ऊष्मा, आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन और एक बंद चक्रीय प्रक्रम में किए गए कार्य को दर्शाते हैं, तो

- a. $U = 0$ b. $Q = 0$
c. $W = 0$ d. $Q = W = 0$

33. By the Zeroth law of Thermodynamics, the thermodynamic variable whose value is equal for two systems in thermal equilibrium is

- a. Mass b. Pressure
c. Volume d. Temperature

ऊष्मागतिकी के शून्य कोटि नियम के अनुसार, तापीय साम्य में दो निकायों के लिए बराबर होता है।

- a. द्रव्यमान b. दाब
c. आयतन d. तापमान

34. Which of the following variables is a thermodynamic state variable ?

- a. Work b. heat
c. Internal energy d. None of these

निम्नलिखित में से कौन सा चर ऊष्मागतिकी अवस्था चर है ?

- a. कार्य b. ऊष्मा

- c. आंतरिक ऊर्जा d. इनमें से कोई नहीं

35. If a system goes from initial to final state without changing internal energy, then the heat supplied to the system.....

- a. Is fully utilized for doing work
b. Is partially utilized for doing work by the system
c. Is partially utilized for doing work on the system
d. Not used for doing work

यदि कोई निकाय आंतरिक ऊर्जा को बदले बिना प्रारंभिक से अंतिम अवस्था तक जाता है, तो निकाय को आपूर्ति की जाने वाली ऊष्मा का

- a. कार्य करने के लिए पूरी तरह से उपयोग किया जाता है।
b. निकाय द्वारा कार्य करने के लिए आंशिक रूप से उपयोग किया जाता है।
c. निकाय पर कार्य करने के लिए आंशिक रूप से उपयोग किया जाता है।
d. कार्य करने के लिए उपयोग नहीं किया जाता है।

36. In an isobaric process.....

- a. Volume is constant
b. Pressure is constant
c. Temperature is constant
d. No heat flow

एक समदाबीय प्रक्रम में.....

- a. आयतन नियत रहता है।
b. दाब नियत रहता है।
c. तापमान नियत रहता है।
d. कोई ऊष्मा प्रवाह नहीं है।

37. "Heat cannot by itself flow from a body at lower temperature to a body at higher temperature" is a statement or consequence of

- a. second law of thermodynamics
b. conservation of momentum
c. conservation of mass
d. first law of thermodynamics

"कम तापमान पर पिंड से उच्च तापमान पर एक पिंड के लिए ऊष्मा अपने आप प्रवाहित नहीं हो सकती" किसके कथन या फलस्वरूप है

- a. ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम

- b. संवेग का संरक्षण
c. द्रव्यमान का संरक्षण
d. ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम

38. The second law of thermodynamics implies

- a. whole of the heat can be converted into mechanical energy
b. no heat engine can be 100% efficient
c. every heat engine has an efficiency of 100%
d. a refrigerator can reduce the temperature to absolute zero

ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम बताता है की

- a. संपूर्ण ऊष्मा को यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित किया जा सकता है।
b. कोई भी ताप इंजन 100% दक्ष नहीं हो सकता।
c. प्रत्येक ऊष्मा इंजन की दक्षता 100% होती है।
d. एक रेफ्रिजरेटर तापमान को परम शून्य तक कम कर सकता है।

39. In a cyclic process, work done by the system is

- a. zero
b. equal to heat given to the system
c. more than heat given to the system
d. independent of heat given to the system

चक्रीय प्रक्रम में, निकाय द्वारा किया गया कार्य..... होता है।

- a. शून्य
b. निकाय को दी गई ऊष्मा के बराबर
c. निकाय को दी गई ऊष्मा से अधिक
d. निकाय को दी गई ऊष्मा से स्वतंत्र

40. Which of the following processes is reversible?

- a. Transfer of heat by conduction
b. Transfer of heat by radiation
c. Isothermal compression
d. Electrical heating of a nichrome wire

निम्नलिखित में से कौन सी प्रक्रम उत्क्रमणीय है?

- a. चालन द्वारा ऊष्मा का स्थानांतरण
b. विकिरण द्वारा ऊष्मा का स्थानांतरण
c. समतापीय संपीड़न
d. नाइक्रोम तार का विद्युत ताप

41. Which of the following processes is irreversible?

- a. Transfer of heat by radiation

- b. Adiabatic changes performed slowly
- c. Extremely slow extension of a spring
- d. Isothermal changes performed slowly

निम्नलिखित में से कौन सी प्रक्रम अनुत्क्रमणीय है?

- a. विकिरण द्वारा ऊष्मा का स्थानांतरण
- b. मंद रुद्धोष्म परिवर्तन
- c. स्प्रिंग का अत्यधिक मंद प्रसार
- d. मंद समतापीय परिवर्तन

ANSWER OF MCQ QUESTIONS

उत्तर कुंजी:

- 1.c. 2.d. 3.c. 4.a. 5.d. 6.b. 7. b .
 8.a. 9.B. 10.d. 11.c. 12.a. 13.b. 14.d.
 15.a. 16.c. 17.c. 18.c. 19.a. 20.c. 21.a
 22.a. 23.a 24.a. 25.c. 26.a. 27.b. 28.b.
 29.b. 30.d. 31.b. 32.a. 33.d. 34.d. 35.a.
 36.b. 37.a. 38.b. 39.B. 40.c. 41.a.

VERY SHORT TYPE QUESTIONS:

अति लघु उत्तरीय प्रश्न:

1. Does the internal energy of an ideal gas change in an isothermal process?

Ans- No.

क्या किसी आदर्श गैस की आंतरिक ऊर्जा समतापीय प्रक्रम में बदलती है?

उत्तर- नहीं.

2. Does the internal energy of an ideal gas change in an adiabatic process?

Ans- Yes.

क्या रुद्धोष्म प्रक्रम में एक आदर्श गैस की आंतरिक ऊर्जा बदलती है?

उत्तर- हाँ.

3. What is the specific heat of a gas in an isothermal process and in an adiabatic process? Why?

Ans- It is infinite in isothermal processes because $\Delta T = 0$ ($C = \Delta Q/m\Delta T$) and zero in an adiabatic process as $\Delta Q = 0$.

समतापीय प्रक्रम और रुद्धोष्म प्रक्रम में गैस की विशिष्ट ऊष्मा क्या होती है? क्यों?

उत्तर- यह समतापीय प्रक्रम में अनंत है क्योंकि $\Delta T = 0$ ($C = \Delta Q/m\Delta T$) और रुद्धोष्म प्रक्रम में यह शून्य होती है क्योंकि $\Delta Q = 0$ होता है।

4. Can the temperature of an isolated system

change?

Ans- Yes, in an adiabatic process the temperature of an isolated system changes. It increases when the gas is compressed adiabatically.

क्या किसी पृथक निकाय का तापमान बदल सकता है?

उत्तर- हाँ, रुद्धोष्म प्रक्रम में एक पृथक निकाय का तापमान बदल जाता है। यह तब बढ़ जाता है जब गैस को रुद्धोष्म रूप से संपीड़ित किया जाता है।

6. What is the nature of the P - V diagram for isobaric and isochoric processes?

Ans- The P - V diagram for an isobaric process is a straight line parallel to the volume axis while for an isochoric process, it is a straight line parallel to the pressure axis.

समदाबीय और समआयतनिक प्रक्रियाओं के लिए P-V आरेख की प्रकृति क्या है?

उत्तर- एक समदाबीय प्रक्रिया के लिए P- V आरेख आयतन अक्ष के समानांतर एक सरल रेखा है जबकि एक समआयतनिक प्रक्रिया के लिए, यह दाब अक्ष के समानांतर एक सरल रेखा है।

7. In summer, when the valve of a bicycle tube is removed, the escaping air appears cold. Why?

Ans- This happens due to the adiabatic expansion of the air of the tube of the bicycle.

गर्मियों में जब साइकिल ट्यूब का वाल्व हटा दिया जाता है तो बाहर निकलने वाली हवा ठंडी हो जाती है। क्यों?

उत्तर- ऐसा साइकिल की ट्यूब की हवा के रुद्धोष्म प्रसार के कारण होता है।

8. When the air of the atmosphere rises up, it cools. Why?

Ans- When air rises up, it expands due to a decrease in the atmospheric pressure and thus temperature falls. So it cools.

जब वायुमंडल की वायु ऊपर उठती है तो वह ठंडी हो जाती है। क्यों?

उत्तर- जब हवा ऊपर उठती है तो वायुमंडलीय दाब में कमी के कारण इसका प्रसार होता है और इस प्रकार तापमान कम हो जाता है। तो यह ठंडा हो जाता है।

9. Why does gas get heated on compression?

Ans- Because work is done in compressing the gas increases the internal energy of the gas.

संपीड़न पर गैस गर्म क्यों हो जाती है?

उत्तर- चूंकि गैस को संपीड़ित करने में कार्य किया जाता है, इसलिए गैस की आंतरिक ऊर्जा बढ़ जाती है।

10. Which one among a solid, liquid, and gas of the same mass and at the same temperature has the greatest internal energy and which one has the least?

Ans- Gas has the greatest internal energy and a solid has the least internal energy

समान द्रव्यमान और समान तापमान वाले ठोस, तरल और गैस में से किसकी आंतरिक ऊर्जा सबसे अधिक है और किसकी सबसे कम है?

उत्तर- गैस में सबसे अधिक आंतरिक ऊर्जा होती है और ठोस में सबसे कम आंतरिक ऊर्जा होती है

11. Can two isothermal curves intersect each other?

Ans- No.

क्या दो समतापीय वक्र एक दूसरे को काट सकते हैं?

उत्तर- नहीं.

12. State the conditions for irreversible processes.

Ans: The following are the conditions for irreversible processes:

1. Rapidly carried out the process.
2. Dissipation of energy by any means.

अनुत्क्रमणीय प्रक्रम के लिए शर्तें बताएं।

उत्तर- अनुत्क्रमणीय प्रक्रम के लिए निम्नलिखित शर्तें हैं:

1. प्रक्रम तेजी से होना चाहिए।
2. किसी भी माध्यम से ऊर्जा का अपव्यय होना चाहिए।

13. How can we cause heat to flow from a body at a lower temperature to one at a higher temperature?

Ans- This can be caused by doing work on an engine that works in a reverse direction.

हम कम तापमान वाले पिंड से ऊंचे तापमान वाले पिंड में ऊष्मा कैसे प्रवाहित कर सकते हैं?

उत्तर- यह विपरीत दिशा में काम करने वाले इंजन पर काम करने के कारण हो सकता है।

14. Can water be made to boil without heating? How?

Ans- Yes, by reducing the pressure on the water its boiling point can be brought to room temperature.

क्या पानी को बिना गर्म किये उबाला जा सकता है? कैसे?

उत्तर- हाँ, पानी पर दाब कम करके उसके क्वथनांक को कमरे के तापमान पर लाया जा सकता है।

16. How much is C_p greater than C_v ?

Ans- C_p is greater than C_v by R i.e. universal gas constant.

C_p , C_v से कितना अधिक है?

उत्तर- C_p , C_v से R अर्थात् सार्वभौमिक गैस नियतांक से अधिक है।

17. As $C_p - C_v$ is constant for all gas, is C_p/C_v also constant for all gasses?

Ans- No. It is different for different gases.

चूँकि $C_p - C_v$ सभी गैसों के लिए नियत है, क्या C_p/C_v भी सभी गैसों के लिए नियत है?

उत्तर- नहीं. यह विभिन्न गैसों के लिए भिन्न होता है।

18. What remains constant in an adiabatic process?

Ans- Heat contents of the system remain constant in an adiabatic process.

रुद्धोष्म प्रक्रम में क्या नियत रहता है?

उत्तर- रुद्धोष्म प्रक्रम में निकाय की निहित ऊष्मा नियत रहती है।

19. Can heat be added to a system without changing its temperature?

Ans- Yes. during isothermal process

क्या किसी निकाय का तापमान बदले बिना उसमें ऊष्मा डाली जा सकती है?

उत्तर- हाँ. समतापीय प्रक्रम के दौरान।

20. Do water and ice have the same specific heat? Tell their values.

Ans- No. For water specific heat is 1 and for ice, it is 0.5 in C.G.S. units.

क्या पानी और बर्फ की विशिष्ट ऊष्मा समान होती है? उनके मूल्य बताएं.

उत्तर- नहीं, C.G.S इकाई में पानी की विशिष्ट ऊष्मा 1 है और बर्फ की, विशिष्ट ऊष्मा 0.5 है।

21. What is the amount of work done in a cyclic process?

Ans- The area enclosed under the $P - V$ loop gives the amount of work done in a cyclic process.

एक चक्रीय प्रक्रम में किए गए कार्य की मात्रा कितनी होती है?

उत्तर $P - V$ वक्र के अंदर घिरा क्षेत्र चक्रीय प्रक्रम में किए गए कार्य की मात्रा बताता है।

22. Can the temperature of gas be increased without adding heat into it? How?

Ans- Yes. It can be done by compressing the gas adiabatically.

क्या गैस में ऊष्मा डाले बिना उसका तापमान बढ़ाया जा सकता है? कैसे?

उत्तर- हाँ. गैस को रुद्धोष्म रूप से संपीडित करके इसका तापमान बढ़ाया जा सकता है।

23. Why can't the engine of a ship be operated using the internal energy of seawater?

Ans- It is because a sink at low temperature is not available in the sea.

किसी जहाज का इंजन समुद्री जल की आंतरिक ऊर्जा से क्यों नहीं चलाया जा सकता?

उत्तर- ऐसा इसलिए है क्योंकि समुद्र में कम तापमान पर सिंक उपलब्ध नहीं है।

24. Is melting of ice an adiabatic or an isothermal process?

Ans- The melting of ice is an isothermal process.

क्या बर्फ का पिघलना रुद्धोष्म प्रक्रम है या समतापीय प्रक्रम है?

उत्तर- बर्फ का पिघलना एक समतापीय प्रक्रम है।

25. Tell the main features of the first law of thermodynamics.

Ans- It tells us about the conversion of mechanical energy into heat energy, in to work.

ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम की मुख्य विशेषताएँ बताइये।

उत्तर- यह हमें ऊष्मा के कार्य में रूपांतरण के बारे में बताता है।

SHORT ANSWER TYPE QUESTIONS:

लघु उत्तरीय प्रश्न:

1. Distinguish the formulae $C_p - C_v = R$, $C_p - C_v = R/J$ and $C_p - C_v = r/J$.

Ans-

- $C_p - C_v = R$ is used for a mole of the gas when C_p and C_v are measured in joule.
- $C_p - C_v = R/J$ is used when C_p and C_v are measured in calories.
- $C_p - C_v = r/J$ is used for a unit mass of gas, C_p and C_v are in calories.

सूत्रों $C_p - C_v = R$, $C_p - C_v = R/J$ और $C_p - C_v = r/J$ को अलग करें।

उत्तर-

- $C_p - C_v = R$ का उपयोग गैस के एक मोल के लिए किया जाता है जब C_p और C_v को जूल में मापा जाता है।
- $C_p - C_v = R/J$ का उपयोग तब किया जाता है जब C_p और C_v को कैलोरी में मापा जाता है।
- $C_p - C_v = r/J$ का उपयोग गैस के एक इकाई द्रव्यमान के लिए किया जाता है, C_p और C_v कैलोरी में होते हैं।

2. State second law of thermodynamics.

Ans- It states that heat itself can't flow from a body at a lower temperature to a body at a higher temperature.

ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम बताइये।

उत्तर- इसमें कहा गया है कि ऊष्मा स्वयं कम तापमान वाले पिंड से उच्च तापमान वाले पिंड में प्रवाहित नहीं हो सकती है।

3. Kelvin and Clausius statements of the Second law of thermodynamics are equivalent. Explain?

Ans- Suppose we have an engine that gives a continuous supply of work when it is cooled

below the temperature of its surroundings.

This is a violation of Kelvin's statement. Now if the work done by the engine is used to drive a dynamo which produces current and this current produces heat in a coil immersed in hot water, then we have produced a machine which causes the flow of heat from a cold body to the hot body without the help of an external agent. This is a violation of Clausius's statement. Hence both statements are equivalent.

ऊष्मागतिकी के दूसरे नियम के केल्विन और क्लॉसियस के कथन समतुल्य हैं। व्याख्या करें।

उत्तर- मान लीजिए कि हमारे पास एक इंजन है जो परिवेश के तापमान से नीचे ठंडा होने पर निरंतर कार्य करता है।

यह केल्विन के कथन का उल्लंघन है। अब यदि इंजन द्वारा किए गए कार्य का उपयोग डायनेमो को चलाने के लिए किया जाता है जो करंट पैदा करता है और यह करंट गर्म पानी में डूबी कुंडली में ऊष्मा पैदा करता है, तो हमने एक ऐसी मशीन का निर्माण किया है जो ठंडे निकाय से गर्म निकाय में ऊष्मा के प्रवाह का कारण बनती है। किसी बाहरी एजेंट की सहायता के बिना. यह क्लॉसियस के कथन का उल्लंघन है। अतः दोनों कथन समतुल्य हैं।

4. State and explain the first law of thermodynamics. What are the sign conventions?

Ans- It states that if an amount of heat dQ is added to a system then a part of it may increase its internal energy by an amount dU and the remaining part may be used up as the external work dW done by the system i.e. mathematically,

$$dQ = dU + dW$$

$$= dU + PdV$$

Sign conventions:

1. Work done by a system is taken as positive while the work done on the system is taken as -ve.
2. The increase in the internal energy of the system is taken as positive while the decrease in the internal energy is taken as negative.
3. Heat added (gained) by a system is taken as positive and the heat lost by the system is taken as negative.

ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम बताइये और समझाइये। चिह्न परिपाटी क्या है?

उत्तर- इसमें कहा गया है कि यदि किसी निकाय में ऊष्मा dQ की मात्रा जोड़ी जाती है तो इसका एक हिस्सा इसकी आंतरिक ऊर्जा को dU की मात्रा तक बढ़ा सकता है और शेष हिस्से का उपयोग निकाय द्वारा किए गए बाहरी कार्य dW के रूप में किया जा सकता है यानी गणितीय रूप से,

$$dQ = dU + dW$$

$$= dU + PdV$$

चिह्न परिपाटी:

1. किसी निकाय द्वारा किया गया कार्य धनात्मक माना जाता है जबकि निकाय पर किया गया कार्य ऋणात्मक लिया जाता है।

2. निकाय की आंतरिक ऊर्जा में वृद्धि को धनात्मक माना जाता है जबकि आंतरिक ऊर्जा में कमी को ऋणात्मक माना जाता है।

3. किसी निकाय को दी गई (प्राप्त) ऊष्मा को धनात्मक रूप में लिया जाता है और निकाय द्वारा खोई गई ऊष्मा को ऋणात्मक के रूप में लिया जाता है।

5. If an electric fan is switched on in a closed room, will the air of the room be cooled? Why?

Ans- No. It will not be cooled, rather it will get heated because the speed of the air molecules will increase due to the motion of the fan. We feel cooler because of the evaporation of the sweat when the fan is switched on.

यदि किसी बंद कमरे में बिजली का पंखा चला दिया जाए तो क्या कमरे की हवा ठंडी हो जाएगी? क्यों?

उत्तर- नहीं, यह ठंडा नहीं होगा बल्कि गर्म हो जायेगा क्योंकि पंखे के चलने से हवा के अणुओं की गति बढ़ जायेगी। पंखा चालू करने पर पसीने के वाष्पीकरण के कारण हमें ठंडक महसूस होती है।

6. State the conditions for reversible processes.

Ans- Conditions for the reversible process:

1. The process should be slow enough so that at each stage of operation the system is in:

- Mechanical equilibrium with the surroundings.
- Chemical equilibrium with the surroundings.

2. There should not be a loss of energy due to friction.

3. Energy should not be lost due to conduction, convection, and radiation during the process.

उत्क्रमणीय प्रक्रम के लिए शर्तें बताएं।

उत्तर- उत्क्रमणीय प्रक्रम के लिए शर्तें:

1. प्रक्रम इतनी धीमी होनी चाहिए कि संचालन के प्रत्येक चरण में निकाय निम्न में रहे:

- परिवेश के साथ यांत्रिक साम्य।
- परिवेश के साथ रासायनिक साम्य।

2. घर्षण के कारण ऊर्जा की हानि नहीं होनी चाहिए।

3. प्रक्रम के दौरान चालन, संवहन और विकिरण के कारण ऊर्जा नष्ट नहीं होनी चाहिए।

7. Why does cooling take place when gas suffers adiabatic expansion?

Ans- When a gas expands under adiabatic

conditions, then $dQ = 0$ and thus $dU + dW = 0$. So the gas does, on external work for its expansion at the cost of internal energy due to which temperature of the gas falls and hence cooling takes place.

जब गैस रुद्धोष्म प्रसार करती है तो शीतलन क्यों होता है?

उत्तर- जब कोई गैस रुद्धोष्म परिस्थितियों में प्रसार करती है, तो $dQ = 0$ और इस प्रकार $dU + dW = 0$. इसलिए गैस अपने प्रसार के लिए आंतरिक ऊर्जा की कीमत पर बाहरी कार्य करती है जिसके कारण गैस का तापमान गिर जाता है और इसलिए शीतलन होता है।

8. Why does an engine working under isothermal conditions produce no useful work?

Answer- We know that

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

For the isothermal operation of the engine,

$$T_1 = T_2,$$

$$\text{So } \eta = 0$$

Hence an engine working under isothermal conditions can do no useful work.

समतापीय परिस्थितियों में काम करने वाला इंजन कोई उपयोगी कार्य क्यों नहीं करता है?

उत्तर- हम वह जानते हैं

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

इंजन के समतापीय संचालन के लिए,

$$T_1 = T_2,$$

$$\text{तो } \eta = 0$$

इसलिए समतापीय परिस्थितियों में काम करने वाला इंजन कोई उपयोगी कार्य नहीं कर सकता है।

9. Why is C_p greater than C_v for a gas?

Ans- When heat is given to a gas keeping its volume constant the whole of it is used to raise the kinetic energy hence, the temperature of the gas. But if the pressure is to be kept constant, then an additional amount of heat is needed to raise the temperature of the same amount of gas by the same extent as the gas has to do work against pressure in the expansion (volume is now increased). Thus according to the definition of C_p and C_v , $C_p > C_v$.

गैस के लिए C_p , C_v से अधिक क्यों है?

उत्तर- जब किसी गैस का आयतन नियत रखते हुए उसे ऊष्मा दी जाती है तो इसका पूरा उपयोग गतिज ऊर्जा को बढ़ाने के लिए किया जाता है, जिससे गैस का तापमान बढ़ता है। लेकिन यदि दाब को नियत रखना है, तो गैस की समान मात्रा का तापमान उसी सीमा तक बढ़ाने के लिए अतिरिक्त मात्रा में ऊष्मा की आवश्यकता होती

है, क्योंकि गैस को प्रसार में दाब के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है (आयतन अब बढ़ गया है) . इस प्रकार C_p और C_v की परिभाषा के अनुसार, $C_p > C_v$

10. What is the difference between the internal energy of an ideal and a real gas?

Ans- The internal energy of an ideal gas depends upon K.E only while for a real gas, it depends upon both K.E and P.E

किसी आदर्श गैस तथा वास्तविक गैस की आंतरिक ऊर्जा के बीच क्या अंतर है?

उत्तर- एक आदर्श गैस की आंतरिक ऊर्जा केवल K.E पर निर्भर करती है जबकि वास्तविक गैस के लिए, यह K.E और P.E दोनों पर निर्भर करती है

LONG ANSWER TYPE QUESTIONS:
दीर्घ उत्तरीय प्रश्न:

1. State and explain the zeroth law of thermodynamics?

Answer- It states that if two systems A and B are in thermal equilibrium with a third system C, then A and B must be in thermal equilibrium with each other.

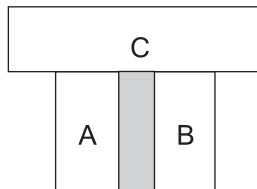
Explanation: The three systems are shown in the figure. Let T_1, T_2, T_3 be the temperatures of A, B, and C respectively.

Systems A and C, B and C will exchange heat and after a certain time, they will attain thermal equilibrium separately.

i.e. $T_1 = T_3$ (1)
and $T_2 = T_3$ (2)

Thus from (1) and (2),
 $T_1 = T_2$

i.e. A and B are now in thermal equilibrium with each other.

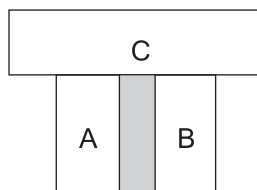


ऊष्मागतिकी का शून्य कोटि नियम बताइये और समझाइये?

उत्तर- इसमें कहा गया है कि यदि दो निकाय A और B तीसरे निकाय C के साथ तापीय साम्य में हैं, तो A और B को एक दूसरे के साथ आपस में भी तापीय साम्य रहेंगे।

स्पष्टीकरण: तीन निकायों को चित्र में दिखाया गया है। माना A, B और C का तापमान क्रमशः T_1, T_2, T_3 है। निकाय A और C, B और C ऊष्मा का आदान-प्रदान करेंगे और एक निश्चित समय के बाद, वे अलग-अलग तापीय साम्य प्राप्त करेंगे।

अर्थात् $T_1 = T_3$(1)
और $T_2 = T_3$ (2)



इस प्रकार (1) और (2) से,

$T_1 = T_2$

यानी A और B अब एक दूसरे के साथ तापीय साम्य में हैं।

2. Derive the expression for the work done during Isothermal process.

Ans- Consider one mole of a perfect gas contained in a cylinder having conducting walls and fitted with a movable piston.

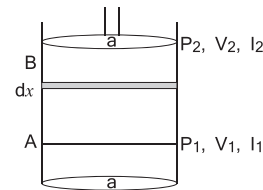
Let P, V be the pressure and volume of the gas corresponding to this state.

Let dx = distance by which piston moves outward at constant pressure P so that its volume increases by dV.

Let a = area of cross-section of the piston.

If dW = work done in moving the piston by dx, then .

$dW = \text{force on piston} \times dx$



$= P a dx$

$= PdV$... (i)

Where $dV = a dx = \text{volume}$

Let the system goes from initial state A(P_1, V_1) to final state B(P_2, V_2)

If W = total work done from A to B, the

$W = \int_A^B dW = \int_{V_1}^{V_2} PdV$ (ii)

Also we know that $PV = RT$ (n=1 here)

$P = \frac{RT}{V}$ (iii)

∴ From (ii) and (iii), we get

$W = RT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV = RT [\log_e V]_{V_1}^{V_2}$
 $= RT (\log_e V_2 - \log_e V_1)$
 $= RT \log_e \frac{V_2}{V_1}$
 $= 2.303 RT \log_{10} \frac{V_2}{V_1}$

समतापीय प्रक्रम के दौरान किए गए कार्य के लिए व्यंजक प्राप्त करें।

उत्तर- एक सिलेंडर में निहित एक आदर्श गैस के एक मोल पर आदर्श करें जिसमें संचालनशील दीवारें हों और एक चल पिस्टन लगा हो।

माना P, V इस अवस्था के अनुरूप गैस का दाब और आयतन है।

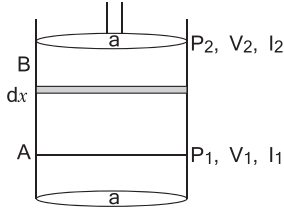
मान लीजिए dx = वह दूरी जिससे पिस्टन नियत दाब

P पर बाहर की ओर बढ़ता है ताकि उसका आयतन dV बढ़ जाए।

माना a = पिस्टन के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल।

एक। यदि dW = पिस्टन को dx से हिलाने में किया गया कार्य, तो।

dW = पिस्टन पर बल × dx



$$= P a dx$$

$$= PdV \dots(i)$$

[dV = a dx = volume]

मान लीजिए कि निकाय प्रारंभिक अवस्था A(P₁, V₁) से अंतिम अवस्था B(P₂, V₂) तक जाता है

यदि W = A से B तक किया गया कुल कार्य, तो

$$W = \int_A^B dW = \int_{V_1}^{V_2} PdV \dots(ii)$$

Also we know that PV = RT (n=1 here)

$$P = \frac{RT}{V} \dots(iii)$$

∴ From (ii) and (iii), we get

$$W = RT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV = RT [\log_e V]_{V_1}^{V_2}$$

$$= RT (\log_e V_2 - \log_e V_1)$$

$$= RT \log_e \frac{V_2}{V_1}$$

$$= 2.303 RT \log_{10} \frac{V_2}{V_1}$$

3. Derive the expression for the work done during the Adiabatic process.

Ans- We know that an adiabatic process is represented mathematically by the equation:

$$PV^\gamma = \text{constant} = K$$

$$\text{Or } P = \frac{K}{V^\gamma} = kv^{-\gamma}$$

$$\therefore W = \int_{V_1}^{V_2} KV^\gamma dV = K \left[\frac{V^{1-\gamma}}{1-\gamma} \right]_{V_1}^{V_2}$$

$$= \frac{K}{1-\gamma} [V_2^{1-\gamma} - V_1^{1-\gamma}]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma} [KV_1^{1-\gamma} - KV_2^{1-\gamma}]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma} [P_1 V_1^\gamma V_1^{1-\gamma} - P_2 V_2^\gamma V_2^{1-\gamma}]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma} [P_1 V_1 - P_2 V_2]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma} [RT_1 - RT_2] \quad (\because PV = RT)$$

$$W = \frac{R}{\gamma-1} [T_1 - T_2]$$

रूद्धोष्म प्रक्रम के दौरान किए गए कार्य के लिए व्यंजक प्राप्त करें।

उत्तर- हम जानते हैं कि रूद्धोष्म प्रक्रम को समीकरण द्वारा गणितीय रूप से दर्शाया जाता है:

$$PV^\gamma = \text{नियतांक} = K$$

$$\text{या } P = \frac{K}{V^\gamma} = kv^{-\gamma}$$

$$\therefore W = \int_{V_1}^{V_2} KV^\gamma dV = K \left[\frac{V^{1-\gamma}}{1-\gamma} \right]_{V_1}^{V_2}$$

$$= \frac{K}{1-\gamma} [V_2^{1-\gamma} - V_1^{1-\gamma}]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma} [KV_1^{1-\gamma} - KV_2^{1-\gamma}]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma} [P_1 V_1^\gamma V_1^{1-\gamma} - P_2 V_2^\gamma V_2^{1-\gamma}]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma} [P_1 V_1 - P_2 V_2]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma} [RT_1 - RT_2] \quad (\because PV = RT)$$

$$W = \frac{R}{\gamma-1} [T_1 - T_2]$$

Numerical Problems:-

- A certain volume of dry air at NTP is allowed to expand 4 times its original volume under
 - isothermal conditions
 - adiabatic conditions.

Calculate the final pressure and temperature in each case $\gamma = 1.4$.

Ans- Here, let $V_1 = V$

$$\therefore V_2 = 4V$$

$$P_1 = 76 \text{ cm of Hg}$$

$$P_2 = ?$$

$$\gamma = 1.4$$

$$T_1 = 273 \text{ K}$$

$$T_2 = ?$$

(a) For isothermal expansion,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

or

$$P_2 = P_1 V_1 / V_2 = \frac{76 \times V}{4V}$$

$$= 19 \text{ cm of Hg.}$$

Since the process is isothermal, therefore the final temperature will be the same, as the initial temperature.

$$T_1 = 273 \text{ K}$$

(b) Adiabatic expansion Using the relation

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$\begin{aligned} \therefore P_2 &= P_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma \\ &= 76 \times \left(\frac{1}{4} \right)^{1.4} = 76 \times (0.25)^{1.4} \\ &= 10.91 \text{ cm of Hg} \end{aligned}$$

Using the relation

$$\begin{aligned} T_1 V_1^{\gamma-1} &= T_2 V_2^{\gamma-1} \\ \text{or, } T_2 &= T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \\ &= 273 \left(\frac{1}{4} \right)^{1.4-1} \\ &= \frac{273}{(4)^{0.4}} = 156.8 \text{ K.} \end{aligned}$$

NTP पर शुष्क हवा की एक निश्चित मात्रा को उसके मूल आयतन से 4 गुना प्रसार

(a) समतापीय परिस्थितियों

(b) रुद्धोष्म परिस्थितियों में करती है।

प्रत्येक परिस्थिति में अंतिम दाब और तापमान की गणना करें। $\gamma = 1.4$

उत्तर- यहाँ, मान लीजिए $V_1 = V$

$$\therefore V_2 = 4V$$

$$P_1 = 76 \text{ cm of Hg}$$

$$P_2 = ?$$

$$\gamma = 1.4$$

$$T_1 = 273 \text{ K}$$

$$T_2 = ?$$

(a) समतापीय प्रसार के लिए, (For isothermal expansion)

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

or

$$\begin{aligned} P_2 &= P_1 V_1 / V_2 = \frac{76 \times V}{4V} \\ &= 76 / 4 = 19 \text{ cm of Hg} \end{aligned}$$

चूँकि प्रक्रम समतापीय है, इसलिए अंतिम तापमान प्रारंभिक तापमान के समान ही होगा।

$$T_1 = 273 \text{ K}$$

(b) रुद्धोष्म प्रसार, संबंध

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \text{ उपयोग लाने पर}$$

$$\begin{aligned} \therefore P_2 &= P_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma \\ &= 76 \times \left(\frac{1}{4} \right)^{1.4} = 76 \times (0.25)^{1.4} \\ &= 10.91 \text{ cm of Hg} \end{aligned}$$

Using the relation

संबंध $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$ को उपयोग करने पर

$$\begin{aligned} \text{or, } T_2 &= T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \\ &= 273 \left(\frac{1}{4} \right)^{1.4-1} \\ &= \frac{273}{(4)^{0.4}} = 156.8 \text{ K.} \end{aligned}$$

2. A liter of hydrogen at 27°C and 10^6 dyne cm^{-2} pressure expands isothermally until its volume is doubled. Find the final temperature, pressure and work done in each case, $\gamma = 1.4$

Ans- Here, $P_1 = 10^6$ dyne cm^{-2}

$$V_1 = 10^3 \text{ cm}^3 = 1 \text{ litre}$$

$$T_1 = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K.}$$

$$V_2 = 2V_1$$

$$= 2000 \text{ cm}^3 \text{ for isothermal expansion}$$

$$T_2 = ?$$

$$P_2 = ?$$

For isothermal expansion: Using the relation

$$P_2 V_2 = P_1 V_1, \text{ we get}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= P_1 V_1 / V_2 = 10^6 \times 10^3 / 2 \times 10^3 \\ &= 5 \times 10^5 \text{ dyne cm}^{-2} \end{aligned}$$

for isothermal expansion $T_2 = T_1 = 300 \text{ K} = 27^\circ\text{C}$

Work done during isothermal expansion is given by

$$\begin{aligned} W &= 2.303 RT \log_{10}(V_2 / V_1) \\ &= 2.303 P_1 V_1 \log_{10}(V_2 / V_1) \\ &= 2.303 \times 10^6 \times 10^3 \log_{10} 2 \\ &= 2.303 \times 10^9 \times 0.3010 \\ &= 6.93 \times 10^8 \text{ erg} \end{aligned}$$

27°C और 10^6 dyne cm^{-2} दाब पर एक लीटर हाइड्रोजन समतापीय रूप से तब तक फैलता है जब तक कि इसका आयतन दोगुना न हो जाए। प्रत्येक स्थिति में अंतिम तापमान, दाब और किया गया कार्य ज्ञात करें। $\gamma = 1.4$.

उत्तर- यहाँ, $P_1 = 10^6$ dyne cm^{-2}

$$V_1 = 10^3 \text{ cm}^3 = 1 \text{ litre}$$

$$T_1 = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K.}$$

$$V_2 = 2V_1$$

= 2000 cm³ समतापीय प्रसार के लिए

T₂ = ?

P₂ = ?

समतापीय प्रसार के लिए: संबंध

P₂V₂ = P₁V₁, का उपयोग करने पर हमें प्राप्त होगा

$$P_2 = P_1 V_1 / V_2 = 10^6 \times 10^3 / 2 \times 10^3$$

$$= 5 \times 10^5 \text{ dyne cm}^{-2}$$

समतापीय प्रसार के दौरान किया गया कार्य

$$W = 2.303 RT \log_{10}(V_2 / V_1)$$

$$= 2.303 P_1 V_1 \log_{10}(V_2 / V_1)$$

$$= 2.303 \times 10^6 \times 10^3 \log_{10} 2$$

$$= 2.303 \times 10^9 \times 0.3010$$

$$= 6.93 \times 10^8 \text{ erg}$$

समतापीय प्रसार के लिए T₂ = T₁ = 300 K = 27°C

समतापीय प्रसार के दौरान किया गया कार्य

$$W = 2.303 RT \log_{10}(V_2 / V_1)$$

$$= 2.303 P_1 V_1 \log_{10}(V_2 / V_1)$$

$$= 2.303 \times 10^6 \times 10^3 \log_{10} 2$$

$$= 2.303 \times 10^9 \times 0.3010$$

$$= 6.93 \times 10^8 \text{ erg}$$

3. 20 m³ of a monatomic gas at 12°C and pressure 100 K Pa is suddenly compressed to 0.5 m³. What are its new temperature and pressure? γ for monoatomic gas = 1.67.

Ans- Here, P₁ = 100K Pa

$$V_1 = 20\text{m}^3$$

$$T_1 = 12^\circ\text{C}$$

$$\therefore T_1 = 273 + 12 = 285 \text{ K}$$

$$\gamma = 1.67$$

$$V_2 = 0.5 \text{ m}^3$$

$$P_2 = ?$$

$$T_2 = ?$$

a. Using the relation,

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}, \text{ we get}$$

$$T_2 = T_1 (V_1 / V_2)^{\gamma-1} = 285 \times \left(\frac{20}{0.5}\right)^{1.67-1}$$

$$= 285 \times (40)^{0.67}$$

$$= 285 \times 11.84$$

$$= 3374 \text{ K.}$$

b. Again using the relation

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma, \text{ we get}$$

$$P_2 = P_1 (V_1 / V_2)^\gamma$$

$$= 100 \times \left(\frac{20}{0.5}\right)^{1.67}$$

$$= 100 \times (40)^{1.67}$$

$$= 100 \times 474$$

$$= 474 \times 10^2 \text{ K Pa.}$$

एक एक परमाणुक गैस का 20 m³ 12°C और दाब 100 KPa पर अचानक 0.5 m³ तक संपीडित हो जाता है। इसका नया तापमान और दाब क्या है? एक परमाणुक गैस के लिए $\gamma = 1.67$.

उत्तर- यहाँ, P₁ = 100K Pa

$$V_1 = 20\text{m}^3$$

$$T_1 = 12^\circ\text{C}$$

$$\therefore T_1 = 273 + 12 = 285 \text{ K}$$

$$\gamma = 1.67$$

$$V_2 = 0.5 \text{ m}^3$$

$$= 1/2 \text{ m}^3$$

$$P_2 = ?$$

$$T_2 = ?$$

a. संबंध का उपयोग करते हुए,

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}, \text{ we get}$$

$$T_2 = T_1 (V_1 / V_2)^{\gamma-1} = 285 \left(\frac{20}{0.5}\right)^{1.67-1}$$

$$= 285 \times (40)^{0.67}$$

$$= 285 \times 11.84$$

$$= 3374 \text{ K}$$

b. फिर से संबंध

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma, \text{ का उपयोग करने पर}$$

$$P_2 = P_1 (V_1 / V_2)^\gamma$$

$$= 100 \times (20/0.5)^{1.67}$$

$$= 100 \times (40)^{1.67}$$

$$= 100 \times 474$$

$$= 474 \times 10^2 \text{ K Pa.}$$

4. 1 m³ of Helium originally at 0°C and 1 atmospheric pressure is cooled at constant pressure until the volume is 0.75 m³. Calculate the heat removed molar. Sp. the heat of He at constant volume = 3.1 cal mol⁻¹K⁻¹.

Ans- Here, P₁ = 1 atm = 1.013 × 10⁵ Pa

$$V_1 = 1 \text{ m}^3$$

$$T_1 = 273 + 0 = 273 \text{ K}$$

$$P_2 = 1 \text{ atm}$$

$$V_2 = 0.75 \text{ m}^3$$

Let T₂ = final temperature

$$V \propto T$$

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

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

$$\frac{0.75}{1} \times 273$$

$$C_v = 205 \text{ J/kg K}$$

$$\therefore \Delta V = (0.75 - 1) \text{ m}^3$$

Using equation

According to first law of thermodynamics,

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

For an ideal gas, $\Delta U = \mu C_v \Delta T$

$$\Delta Q = \mu C_v \Delta T + P \Delta V$$

Also at S.T.P., one mole of a gas occupies a volume = 22400 cc

or

$$1 \text{ Kmol} = 22.4 \text{ m}^3$$

$$\therefore 1 \text{ m}^3 \text{ volume contain}$$

$$= \frac{1}{22.4} \text{ K mol} = \frac{1000}{22.4} \text{ mole}$$

$$\therefore \Delta Q = \frac{1000}{22.4} \times 3.1 (205 - 273) + 1.013 \times 10^5 (0.75 - 1)$$

$$4.184 - 9.11 \times 10^3 - 6.05 \times 10^3$$

$$= (-9.11 - 6.05) \times 10^3 \text{ cal}$$

$$= -15.2 \text{ K cal}$$

Here -ve sign shows that heat is removed.

4. हीलियम का 1 m³ मूल रूप से 0°C और 1 वायुमंडलीय दाब पर नियत दाब पर ठंडा किया जाता है जब तक कि आयतन 0.75 m³ न हो जाए। निकाली गई ऊष्मा की गणना करें। स्थिर आयतन पर He की मोलर विशिष्ट ऊष्मा = 3.1 cal mol⁻¹K⁻¹.

उत्तर- यहाँ, P P₁ = 1 atm = 1.013 × 10⁵ Pa

$$V_1 = 1 \text{ m}^3$$

$$T_1 = 273 + 0 = 273 \text{ K}$$

$$P_2 = 1 \text{ atm}$$

$$V_2 = 0.75 \text{ m}^3$$

Let T₂ = final temperature

$$V \propto T$$

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

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

$$\frac{0.75}{1} \times 273$$

$$= 205 \text{ K}$$

$$C_v = 3.1 \text{ KJ/kg K}$$

$$\therefore \Delta V = (0.75 - 1) \text{ m}^3$$

समीकरण का उपयोग करना

ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम के अनुसार,

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

एक आदर्श गैस के लिए, $\Delta U = \mu C_v \Delta T$

$$\Delta Q = \mu C_v \Delta T + P \Delta V$$

इसके अलावा STP पर, एक मोल गैस का आयतन होता है

$$= 22400 \text{ cc}$$

$$\text{या } 1 \text{ Kmol} = 22.4 \text{ m}^3$$

$$\therefore 1 \text{ m}^3 \text{ आयतन में} = \frac{1}{22.4} \text{ K mol} = \frac{1000}{22.4}$$

$$\therefore \Delta Q = \frac{1000}{22.4} \times 3.1 (205 - 273) + 1.013 \times 10^5 (0.75 - 1)$$

$$4.184 - 9.11 \times 10^3 - 6.05 \times 10^3$$

$$= (-9.11 - 6.05) \times 10^3 \text{ cal}$$

$$= -15.2 \text{ किलो कैलोरी}$$

यहां -ve चिन्ह दर्शाता है कि निकाली गई है।

5. The specific heat capacity of water is 4200 J/kg K. What is the change in the internal energy of 5 kg of water when it is heated from 20°C to 80°C?

पानी की विशिष्ट ताप क्षमता 4200 J/kg K है। 5 किलो पानी को 20°C से 80°C तक गर्म करने पर इसकी आंतरिक ऊर्जा में क्या परिवर्तन होता है?

Ans- Here, C = 4200 J/kg K

$$m = 5 \text{ kg}$$

$$T_1 = 20^\circ\text{C} + 273 = 293 \text{ K}$$

$$T_2 = 80 + 273 = 353 \text{ K}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$= 353 - 293 = 60 \text{ K}$$

$$\Delta U = ?$$

If ΔQ be the heat supplied to water for its heating, then using

$$\Delta Q = mC\Delta T, \text{ we get}$$

$$\Delta Q = 5 \times 4200 \times 60$$

$$= 1260 \text{ KJ}$$

Let us ignore the slight expansion in the volume of water,

$$\therefore \Delta W = PdV = 0$$

$$\therefore \Delta Q = \Delta U + \Delta W, \text{ gives}$$

$$\Delta U = \Delta Q = 1260 \text{ KJ.}$$

6. An ideal gas in a cylinder is compressed adiabatically to one-third of its original

volume. During the process. 45 J of work is done on the gas by the compressing agent. By how much did the internal energy of the gas change in the process? How much heat flowed into the gas.

Ans- Here, $\Delta Q = 0$, $\Delta W = -45$ J, $\Delta U = ?$

According to first law of thermodynamics,

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W, \text{ we get}$$

$$\Delta U = 0 - \Delta W$$

$$= -(-45) = 45 \text{ J} .$$

As the process is adiabatic, the heat flow is zero.

एक सिलेंडर में एक आदर्श गैस को उसके मूल आयतन के एक तिहाई तक रुद्धोष्म रूप से संपीड़ित किया जाता है। प्रक्रम के दौरान कंप्रेसिंग एजेंट द्वारा गैस पर 45 J कार्य किया जाता है। इस प्रक्रम में गैस की आंतरिक ऊर्जा में कितना परिवर्तन हुआ? गैस में कितनी ऊष्मा प्रवाहित हुई?

उत्तर- यहाँ, $\Delta Q = 0$, $\Delta W = -45$ J, $\Delta U = ?$

ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से

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

$$\Delta U = 0 - \Delta W$$

$$= -(-45) = 45 \text{ J} .$$

चूँकि प्रक्रम रुद्धोष्म है, ऊष्मा का प्रवाह शून्य होगा ।