अध्याय 12

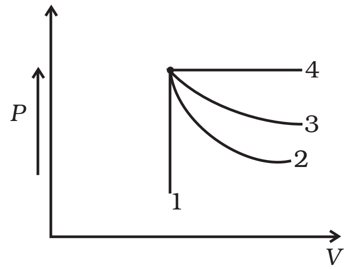
ऊष्मागतिकी

© NCERT not to be republished

बहु विकल्पीय प्रश्न I (MCQ I)

12.1 कोई आदर्श गैस एक ही आरंभिक अवस्था से प्रारंभ करके विभिन्न प्रक्रमों से गुजरती है (चित्र 12.1)। ये चार प्रक्रम हैं – रुद्धोष्म, समतापीय, समदाबीय एवं समआयतनित। 1, 2, 3 और 4 में से कौन-सा रुद्धोष्म है?

(a) 4
(b) 3
(c) 2
(d) 1

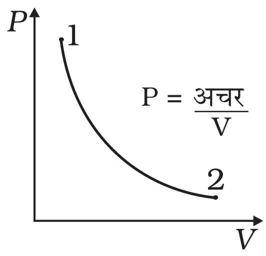


चित्र 12.1

12.2 यदि कोई सामान्य व्यक्ति मंथर गति से चलता है तो वह 14.5×10^3 cal/min ऊष्मा उत्पन्न करता है। यह ऊष्मा पसीने के वाष्पन से शरीर से निकल जाती है। (यह मानते हुए कि 1 kg पसीने के वाष्पन के लिए 580×10^3 cal चाहिए) तब प्रति मिनट वाष्पित पसीने का परिमाण है

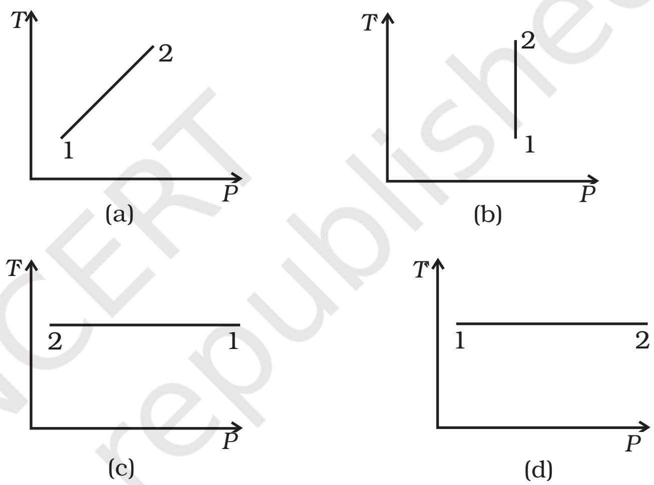
(a) 0.25 kg
(b) 2.25 kg
(c) 0.05 kg
(d) 0.20 kg

12.3 चित्र 12.2 में दशाए गए किसी आदर्श गैस के *P-V* आरेख पर विचार कीजिए।



चित्र 12.2

चित्र 12.3 में दिए गए आरेखों में से कौन-सा ग्राफ इसके संगत *T-P* आरेख को निरुपित करता है?



चित्र 12.3

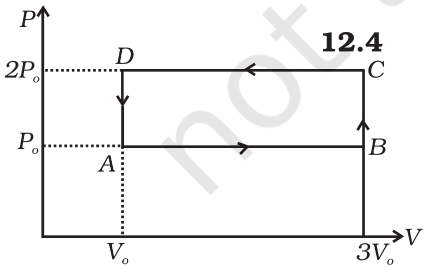
(a) (iv)

(b) (ii)

(c) (iii)

(d) (i)

12.4 कोई आदर्श गैस चित्र 12.4 के *P-V* आरेख में दर्शाए अनुसार चक्रीय प्रक्रिया ABCDA करती है।



चित्र 12.4

गैस द्वारा किए गए कार्य की मात्रा है

(a) $6P_oV_o$
(b) $-2\ P_oV_o$
(c) $+2\ P_oV_o$
(d) $+4\ P_oV_o$

12.5 दो A तथा B पात्रों पर विचार कीजिए जिनमें समान दाब, आयतन तथा ताप पर आदर्श गैस भरी है। पात्र A की गैस को समतापीय प्रक्रम द्वारा उसके मूल आयतन के आधे आयतन तक संपीडित किया जाता है जबकि पात्र B की गैस को रुद्धोष्म प्रक्रम द्वारा उसके मूल आयतन के आधे आयतन तक संपीडित किया जाता है। B में गैस तथा A में गैस के अंतिम दाबों का अनुपात है

(a) $2^{\gamma-1}$

(b) $\left(\frac{1}{2}\right)^{\gamma-1}$

(c) $\left(\frac{1}{1-\gamma}\right)^2$

(d) $\left(\frac{1}{\gamma-1}\right)^2$

12.6 कॉपर के तीन गुटके जिनके द्रव्यमान क्रमशः M_1, M_2 एवं M_3 kg हैं। साम्य अवस्था में आने तक तापीय संपर्क में रखे गए हैं। संपर्क से पूर्व इनके ताप T_1, T_2 एवं T_3 ($T_1 > T_2 > T_3$) थे। यह मानते हुए कि परिवेश में कोई ऊष्मा ह्रास नहीं होती, संतुलन ताप T का मान होगा–

(a) $T = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$

(b) $T = \frac{M_1T_1 + M_2T_2 + M_3T_3}{M_1 + M_2 + M_3}$

(c) $T = \frac{M_1T_1 + M_2T_2 + M_3T_3}{3(M_1 + M_2 + M_3)}$

(d) $T = \frac{M_1T_1s + M_2T_2s + M_3T_3s}{M_1 + M_2 + M_3}$

बहु विकल्पीय प्रश्न II (MCQ II)

12.7 नीचे वर्णन किए गए प्रक्रमों में कौन-से अनुत्क्रमणीय हैं?

(a) हथौड़े से पीटते समय लोहे की छड़ के ताप में वृद्धि होना।

(b) T_1 ताप पर लघु पात्र में भरी किसी गैस को उच्च ताप T_2 के बड़े पात्रों के संपर्क में लाते हैं जिससे गैस के ताप में वृद्धि हो जाती है।

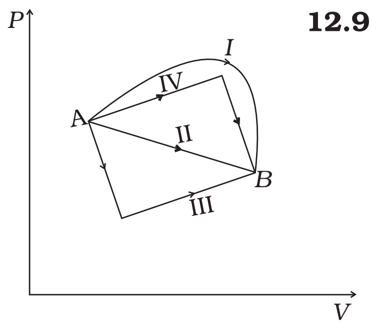
(c) घर्षणहीन पिस्टन लगे सिलिंडर में भरी किसी आदर्श गैस की स्थैतिककल्प समतापीय आयतन वृद्धि।

(d) रुद्धोष्म दीवार की पिस्टन-सिलिंडर व्यवस्था में कोई आदर्श गैस भरी है। पिस्टन पर कोई भार W रखने के परिणामस्वरूप गैस संपीडित होती है।

© NCERT not to be republished

12.8 कोई आदर्श गैस अपनी किसी आरंभिक अवस्था i से अंतिम अवस्था f तक समतापीय प्रक्रम करती है। सही विकल्प का चयन कीजिए–

(a) $dU = 0$
(b) $dQ = 0$
(c) $dQ = dU$
(d) $dQ = dW$

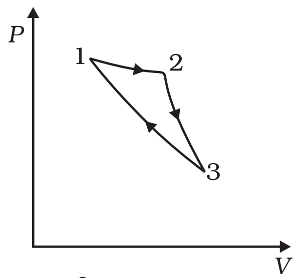


चित्र 12.5

12.9 चित्र 12.5 में A से B तक किसी आदर्श गैस की अवस्था परिवर्तन का P-V आरेख दर्शाया गया है। इसके चार विभिन्न भाग I, II, III तथा IV आरेख में दिए अनुसार समान अवस्था परिवर्तन की ओर संकेत करते हैं।

(a) IV तथा III प्रकरणों में आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन समान हैं परंतु I एवं II में ऐसा नहीं है।
(b) आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन सभी चारों प्रकरणों में समान हैं।
(c) प्रकरण I में किया गया कार्य अधिकतम है।
(d) प्रकरण II में किया गया कार्य निम्नतम है।

12.10 किसी इंजन द्वारा अपनाए गए चक्र पर विचार कीजिए (चित्र 12.6)

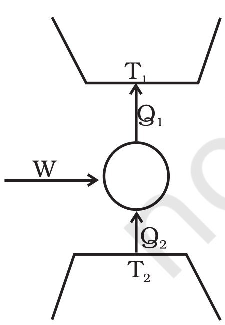


चित्र 12.6

1 से 2 समतापीय
2 से 3 रुद्धोष्म है
3 से 1 रुद्धोष्म है

ऐसा प्रक्रम व्यवहारत: अस्तित्वमान नहीं होता क्योंकि

(a) ऐसे प्रक्रम में ऊष्मा पूर्णत: यांत्रिक ऊर्जा में रूपांतरित होती है, जो संभव नहीं है।
(b) इस प्रक्रम में यांत्रिक ऊर्जा पूर्णत: ऊष्मा में रूपांरित होती है, जो संभव नहीं है।
(c) दो रुद्धोष्म प्रक्रमों को निरूपित करने वाले चक्र प्रतिच्छेदन नहीं करते।
(d) किसी रुद्धोष्म प्रक्रम तथा किसी समतापीय प्रक्रम को निरूपित करने वाले चक्र प्रतिच्छेदन नहीं करते।



चित्र 12.7

12.11 चित्र 12.7 में दर्शाए अनुसार किसी ऊष्मा इंजन पर विचार कीजिए। Q_1 तथा Q_2 क्रमश: इंजन के एक चक्र में ऊष्मन T_1 को दी गई ऊष्मा तथा T_2 से ली गई ऊष्माएँ हैं। इस इंजन पर किया गया कार्य W है।

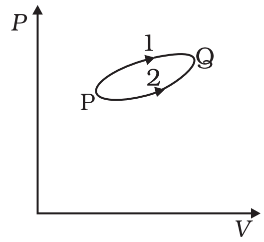
यदि $W > 0$ तो संभावनाएँ हैं कि

(a) $Q_1 > Q_2 > 0$
(b) $Q_2 > Q_1 > 0$
(c) $Q_2 < Q_1 < 0$
(d) $Q_1 < 0, Q_2 > 0$

© NCERT not to be republished

अति लघु उत्तरीय प्रश्न (VSA)

12.12 क्या यह संभव है कि किसी निकाय को ऊष्मा दी जाए फिर भी उसका ताप नियत रहे?



चित्र 12.8

12.13 चित्र 12.8 में दर्शाए P-V आरेख में कोई निकाय P से Q तक दो विभिन्न पथों द्वारा जाता है। पथ 1 पर निकाय को दी गई ऊष्मा 1000 J है। निकाय द्वारा पथ 1 के अनुदिश किया गया कार्य पथ 2 की तुलना में 100 J अधिक है। पथ 2 में निकाय द्वारा ऊष्मा विनिमय क्या है?

12.14 यदि किसी रेफ्रिजरेटर का दरवाजा खुला रखें तो कमरा गरम होगा अथवा ठंडा? स्पष्ट कीजिए।

12.15 क्या किसी गैस को बिना ऊष्मा दिए उसके ताप में वृद्धि की जा सकती है? स्पष्ट कीजिए।

12.16 कार चलाते समय इसके टायरों में वायु दाब बढ़ जाता है। स्पष्ट कीजिए।

लघु उत्तरीय प्रश्न (SA)

12.17 $T_1 = 500\,\text{K}$ तथा $T_2 = 300\text{K}$ के बीच प्रचालित किसी कार्नो-चक्र पर विचार कीजिए जिसमें प्रतिचक्र 1 k J यांत्रिक ऊर्जा उत्पन्न हो रही है। ऊष्मा भंडार द्वारा इंजन को स्थानांतरित ऊष्मा की मात्रा परिकलित कीजिए।

12.18 कोई व्यक्ति जिसका द्रव्यमान 60 kg है। 10 m ऊँची सीढ़ी चढ़-उतर कर अपना 5 kg द्रव्यमान घटाना चाहता है। मान लीजिए नीचे उतरने की अपेक्षा ऊपर चढ़ने में दो गुनी वसा जलती है। यदि 1 kg वसा को जलाने के लिए 7000 किलो कैलोरी खर्च करनी पड़ती हैं, तो 5 kg द्रव्यमान घटाने के लिए उसे कितनी बार ऊपर-नीचे जाना होगा?

12.19 मान लीजिए किसी साइकल-टायर में पंप द्वारा वायु भरी जा रही है। मान लीजिए टायर का आयतन (नियत) V है तथा एक चरण में पंप रुद्धोष्म प्रक्रम द्वारा $\Delta V(\quad V)$ वायु को ट्यूब में स्थानांतरित करता है। ट्यूब में दाब को P_1 से P_2 करने में कुल कितना कार्य किया जाता है?

12.20 किसी रेफ्रिजरेटर में कम ताप के प्रकोष्ठ से ऊष्मा को हटाकर उच्च ताप के परिवेश में निक्षिप्त किया जाता है। इस प्रक्रम में, यांत्रिक कार्य करना होता है, जिसे विद्युत मोटर प्रदान करता है। यदि मोटर की शक्ति 1 kW है तथा ऊष्मा –3°C से 27°C, तक स्थानांतरित की जाती है, तो रेफ्रिजरेटर द्वारा प्रति सेकंड ली जाने वाली ऊष्मा ज्ञात कीजिए। यह मानिए कि इसकी दक्षता एक पूर्ण दक्ष इंजन की दक्षता का 50% है।

© NCERT not to be republished

12.21 यदि किसी रेफ्रिजरेटर का निष्पादन गुणांक 5 है तथा यह कक्ष ताप (27º C) पर प्रचालित होता है तो रेफ्रिजरेटर के भीतर का ताप ज्ञात कीजिए।

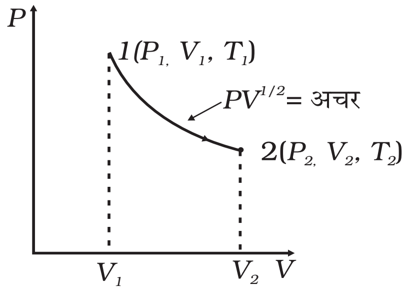
12.22 यदि गैस की आरंभिक अवस्था (P_i, V_i, T_i) है। इसके आयतन में V_f होने तक वृद्धि होती है। नीचे दिये गये दो प्रकरणों पर विचार कीजिए–

(a) आयतन वृद्धि नियत ताप पर होती है।

(b) आयतन वृद्धि नियत दाब पर होती है।

प्रत्येक प्रकरण के लिए *P-V* आरेख खींचिए। दोनों प्रकरणों में से किसमें गैस द्वारा अधिक कार्य किया जाता है?

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (LA)



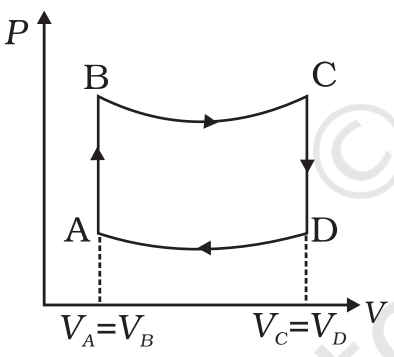
चित्र 12.9

12.23 किसी बेलनाकार पात्र में भरी आदर्श गैस के 1 मोल का P-V आरेख चित्र 12.9 में दर्शाया गया है।

(a) गैस को अवस्था 1 से अवस्था 2 में ले जाने में किया गया कार्य ज्ञात कीजिए।

(b) यदि $V_2 = 2V_1$ है, तो तापों का अनुपात T_1/T_2 कितना है?

(c) दिया गया है कि ताप *T* पर गैस के एक मोल की आंतरिक ऊर्जा (3/2) *RT* है, तो $V_2 = 2V_1$ के साथ गैस को अवस्था 1 से अवस्था 2 तक ले जाने में की गई ऊष्मा आपूर्ति ज्ञात कीजिए।



चित्र 12.10

12.24 चित्र 12.10 में किसी इंजन (पिस्टन सिलिंडर में भरी एक मोल आदर्श गैस से बना) द्वारा अनुसरण किया गया चक्र दर्शाया गया है

A से B : नियत आयतन;

B to C : रुद्धोष्म;

C to D : नियत आयतन

D to A : रुद्धोष्म

$V_C = V_D = 2V_A = 2V_B$

(a) चक्र के किस भाग में इंजन को बाहर से ऊष्मा की आपूर्ति की जाती है?

(b) चक्र के किस भाग में इंजन परिवेश को ऊर्जा दे रहा है?

(c) एक चक्र में इंजन कितना कार्य करता है? अपना उत्तर P_A, P_B, V_A पदों में दीजिए।

(d) इंजन की दक्षता क्या है?

[गैस के लिए $\gamma = 5/3$ (एक मोल के लिए, $(C_v = \frac{3}{2}R)$

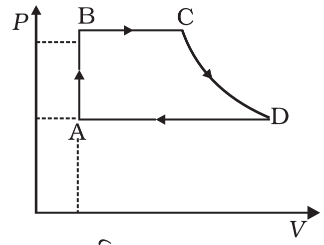
12.25 चित्र 12.11 में किसी इंजन (पिस्टन सहित सिलिंडर में भरी एक मोल आदर्श गैस से बना) द्वारा अनुसरण किया गया चक्र दर्शाया गया है। चक्र के प्रत्येक अनुभाग के लिए इंजन द्वारा प्रतिवेश से ऊष्मा विनिमय ज्ञात कीजिए। ($C_v = (3/2)\,R$)

AB – नियत आयतन

BC – नियत दाब

CD – रुद्धोष्म

DA – नियत दाब



चित्र 12.11

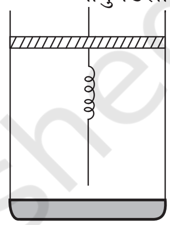
12.26 मान लीजिए कि किसी आदर्श गैस (n मोल) के आयतन में $P = f(V)$ द्वारा दिए गए प्रक्रम के अनुसार वृद्धि हो रही है, इसकी एक स्थिति (V_0, P_0) से संसूचित होती है। यदि $P = f(V)$ की प्रवणता (P_0, V_0) से गुजरने वाले रुद्धोष्म वक्र की प्रवणता से अधिक है तो दर्शाइए की गैस (P_0, V_0) पर ऊष्मा अवशोषित कर रही है।

12.27 पिस्टन लगे एकांक अनुप्रस्थ काट के सिलिंडर में भरी एक मोल आदर्श गैस पर विचार कीजिए (चित्र 12.12)। कोई कमानी (कमानी स्थिरांक k) इस पिस्टन तथा सिलिंडर की तली से जुड़ी है (अतानित लंबाई L)। आरंभ में कमानी अतानित है तथा गैस साम्य में है। गैस को ऊष्मा की कोई निश्चित मात्रा Q की आपूर्ति करने पर गैस के आयतन में V_o से V_1 तक की वृद्धि होती है।

(a) निकाय का आरंभिक दाब क्या है?

(b) निकाय का अंतिम दाब क्या है?

(c) ताप गतिकी के प्रथम नियम का उपयोग करके Q, P_a, V, V_o एवं k के बीच लिखिए।



चित्र 12.12

© NCERT not to be republished