



ऊष्मागतिकी प्रथम नियम (Thermodynamics 1st Law)

Exercise-1

चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

भाग - I : विषयात्मक प्रश्न (SUBJECTIVE QUESTIONS)

खण्ड (A) : मूल परिभाषा

- A-1.** निम्न गुणों को अवस्था फलन तथा पथ फलन में वर्गीकृत कीजिए।
 (a) आंतरिक ऊर्जा (b) आयतन (c) ऊष्मा (d) एन्थैल्पी
 (e) तापमान (f) कार्य (g) मोलर ऊष्मा धारिता
- A-2.** निम्न गुणों को मात्रात्मक गुणों तथा मात्रा स्वतंत्र गुणों में वर्गीकृत कीजिए।
 (a) तापमान (b) आंतरिक ऊर्जा (c) ऊष्मा (d) घनत्व
 (e) मोलर आयतन (f) मोलर ऊष्मा (g) श्यानता
- A-3.** अवस्था फलन तथा पथ फलन को पहचानिये।
 (a) अलमारी में पुस्तक की विभव ऊर्जा।
 (b) जब शर्करा (sugar) का एक घन (cube) $\text{CO}_2(\text{g})$ तथा $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ में ऑक्सीकृत होता है तब उत्सर्जित ऊष्मा
 (c) 1 लीटर गैसोलीन के दहन में किया गया कार्य।

खण्ड (B) : ऊष्मागतिकी प्रक्रम तथा ग्राफ

निम्न चक्रीय प्रक्रम के लिए P-V आरेख बनाइये।

- B-1.** अवस्था A से B तक समतापीय प्रसार, B से C तक समआयतनिक दाब में वृद्धि, C से D तक समतापीय संकुचन, D से A तक समदाबीय संकुचन
- B-2.** A से B तक समदाबीय प्रसार, B से C तक समआयतनिक दाब में वृद्धि, C से D तक समदाबीय सम्पीडन, D से A तक समआयतनिक दाब में कमी।
- B-3.** A से B तक समदाबीय प्रसार, B से C तक समआयतनिक दाब में कमी, C से A तक समतापीय सम्पीडन।

खण्ड (C) : कार्य की गणना

- C-1.** नियत दाब (समदाबीय प्रक्रम में) पर गैस का आयतन दुगना करने के लिए 27°C ताप पर इसके 0.1 मोल द्वारा किया गया कार्य परिकलित कीजिए। ($R = 2 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)
- C-2.** 300 K ताप पर 10 atm से 1 atm तक एक मोल आदर्श गैस के समतापीय उत्क्रमणीय प्रसार के दौरान किया गया कार्य परिकलित कीजिए।
- C-3.** 25°C पर 0.01 मोल गैस के एक नमूने को नियत ताप पर 4.0 L से 1.0 L आयतन तक संपीडित किया जाता है। यदि बाह्य दाब 4.0 बार है तो इस प्रक्रम के लिए किया गया कार्य कितना है ?

खण्ड (D) : ऊष्मा तथा आन्तरिक ऊर्जा

- D-1.** 60 ग्राम एल्युमिनियम के ताप को 35°C से 55°C बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा परिकलित कीजिए। Al की मोलर उष्मा धारिता $24 \text{ mole}^{-1} \text{ K}^{-1}$ है।
- D-2.** एक पात्र में 2 मोल द्विपरमाणुक आदर्श गैस 1 atm दाब व आयतन के विरुद्ध प्रसारित होती है। जिससे गैस मे 2 से 5 लीटर तक समदाबीय रूप से परिवर्तन आ जाता है तो आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन की गणना कीजिए।


खण्ड (E) : ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम

- E-1.** एक निकाय द्वारा किया गया कार्य 8 जूल है, जब निकाय को 40 जूल ऊष्मा दी जाती है, तब निकाय की आन्तरिक ऊर्जा में वृद्धि क्या होगी ?
- E-2.** 200 जूल ऊष्मा अवशोषित करने पर 0.5 atm नियत दाब के विरुद्ध एक गैस 2L से 6 L तक प्रसारित होती है तो आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन ज्ञात कीजिए।

खण्ड (F) : रूद्धोष्म समतापीय प्रक्रम, पॉलीट्रोपिक तथा मुक्त प्रसार प्रक्रम

- F-1.** आदर्श एक परमाणुक गैस $\left(\gamma = \frac{5}{3}\right)$ का एक मोल, द्विपरमाणुक गैस $\left(\gamma = \frac{7}{5}\right)$ के एक मोल में मिश्रित किया गया है (γ नियत दाब तथा नियत आयतन पर विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात व्यक्त करता है) मिश्रण के लिए γ की गणना करो।
- F-2.** एक रोधी सिलेण्डर में एक पिस्टन 5 से 10 लीटर आयतन तक मुक्त रूप से घूमता है तब इसके प्रसार के दौरान किये गये कार्य तथा उष्मा की गणना कीजिए।

खण्ड (G) : एन्थैल्पी

- G-1.** यदि 1 atm नियत दाब पर एक सिलेण्डर में O_2 (वास्तविक गैस मानें) के 1.2 L को 1.0 kcal ऊष्मा दी जाए, तो आयतन में 1.5 L तक वृद्धि हो जाती है। प्रक्रम के लिए ΔU व ΔH परिकलित कीजिए। (1 L-atm = 100 J, 1 cal = 4.2 J)
- G-2.** 27°C ताप पर 10 ग्राम आर्गन गैस समतापीय तथा उत्क्रमणीय रूप से 10 L से 5L तक सम्पीड़ित होती है तो इस प्रक्रम के लिए आदर्श व्यवहार मानते हुए एन्थैल्पी में परिवर्तन (ΔH) ज्ञात कीजिए। $R = 2.0 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. $\log_{10} 2 = 0.30$ (Ar का आण्विक द्रव्यमान = 40)

खण्ड (H) : संक्रमण अवस्था

- H-1.** ΔU क्या है जब 100°C पर द्रव जल के 2.0 मोल वाष्पित होते हैं। 100°C पर जल के वाष्पीकरण की ऊष्मा ($\Delta H_{\text{वाष्पन}}$) 40.66 KJmol^{-1} है।

भाग - II : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)
खण्ड (A) : मूल परिभाषा

- A-1.** एक परखनली में सोडियम हाइड्रोजेनसल्फाइड के साथ अमोनियम क्लोराइड को गर्म करना निम्न का उदाहरण है।
(A) बन्द निकाय का (B) विलगित निकाय का (C) खुले निकाय का (D) इनमें से कोई नहीं
- A-2.** क्वथनांक (I), एन्ट्रॉपी (II), pH (III) तथा सैल के विद्युत वाहक बल (IV), में से मात्रा स्वतंत्र गुणधर्म है :
(A) I, II (B) I, II, III (C) I, III, IV (D) उपरोक्त सभी
- A-3.** निम्न में से कितने निकाय यांत्रिक ऊर्जा नष्ट होने पर गर्म हो जायेंगे—
(i) कुछ समय के लिए हाथों को आपस में रगड़ना (ii) दो वाहनों का एक-दूसरे के साथ कुण्डलित होना
(iii) हवाई जहाज का क्षतिग्रस्त होना (iv) खुरदरी सतह पर पैरों को रगड़ना
(v) गर्म निकाय से ठंडे निकाय में ऊर्जा का स्थानान्तरण
(A) 5 (B) 4 (C) 3 (D) 2
- A-4.** मात्रा स्वतंत्र गुणधर्मों की कुल संख्या बताइये।
(i) मुक्त ऊर्जा (ii) क्रान्तिक घनत्व (iii) श्यानता (iv) विशिष्ट ऊर्जा धारिता
(v) मोलर ऊष्मा धारिता (vi) गतिज ऊर्जा (vii) विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण (viii) परावैद्युतांक
(ix) pH
(A) 9 (B) 8 (C) 7 (D) 6





- A-5.** 300 K ताप व 2 atm दाब पर एक आदर्श गैस को एक गुब्बारे में भरा जाता है। इस गुब्बारे को निर्वात युक्त बड़े रूद्धोष्म खाली पात्र में रखा जाता है। यदि गुब्बारे की दीवार में छेद कर दिया जाये तो पात्र का ताप—
 (A) घटेगा (B) बढ़ेगा (C) स्थिर रहेगा (D) ज्ञात नहीं कर सकते

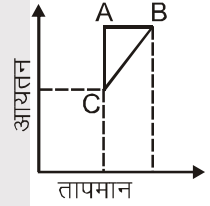
खण्ड (B) : ऊष्मागतिकी प्रक्रम तथा ग्राफ

- B-1.** एक गैसीय निकाय A (P_1, V_1, T_1) से B (P_2, V_2, T_2) अवस्था में, B से C (P_3, V_3, T_3) अवस्था में तथा अन्तः में C से A अवस्था में परिवर्तित होता है। सम्पूर्ण प्रक्रम कहलाता है:
 (A) उत्क्रमणीय प्रक्रम (B) चक्रीय प्रक्रम (C) समदाबीय प्रक्रम (D) स्वतः प्रक्रम

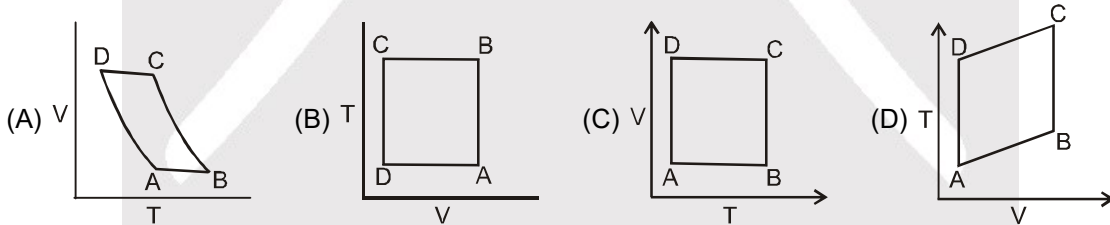
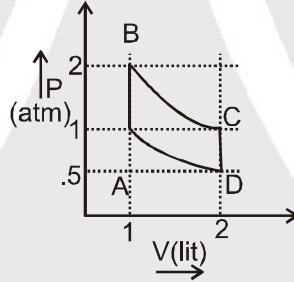
- B-2.** एक अच्छी तरह बन्द थर्मस फ्लास्क में कुछ बर्फ के टुकड़े हैं। कम समय अन्तराल के लिए यह उदाहरण है
 (A) बन्द निकाय का (B) खुले निकाय का
 (C) विलगित निकाय का (D) नॉन-ऊष्मागतिकीय निकाय का

- B-3.** गैस के पाँच मोल आरेख के अनुसार चक्रीय प्रक्रम से गुजरते हैं प्रक्रम $A \rightarrow B, B \rightarrow C$ तथा $C \rightarrow A$ क्रमशः है।

- (A) समआयतनिक, समदाबीय, समतापीय
 (B) समदाबीय, समआयतनिक, समतापीय
 (C) समतापीय, समदाबीय, समआयतनिक
 (D) समआयतनिक, समतापीय, समदाबीय

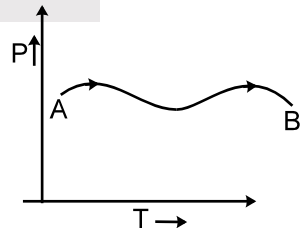


- B-4.** आदर्श गैस के लिए P-V ग्राफ में एक चक्रीय प्रक्रम ABCD दर्शाया गया है। निम्न में से कौनसा ग्राफ समान प्रक्रम को प्रदर्शित करता है।



- B-5.** नीचे दिया P-T ग्राफ, आदर्श गैस पर एक प्रक्रम के लिए प्रेक्षित किया गया। निम्न में से कौनसा कथन सही है—

- (A) $w = +ve, \Delta H = +ve$
 (B) $w = -ve, \Delta H = -ve$
 (C) $w = -ve, \Delta H = +ve$
 (D) $w = +ve, \Delta H = -ve$



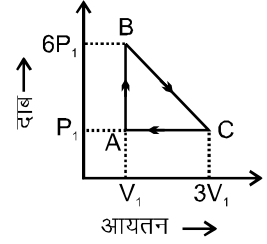
खण्ड (C) : कार्य की गणना

- C-1.** एक ऊष्मागतिकीय निकाय (i) P_1, V से $2P_1, V$ (ii) P, V_1 से $P, 2V_1$ अवस्था में जाता है। तो दोनो स्थितियों में किया गया कार्य है।
 (A) शून्य, शून्य (B) शून्य, $-PV_1$ (C) $-PV_1$, शून्य (D) $-PV_1, -P_1V_1$



- C-2.** 25°C पर एक मोल आदर्श गैस के आयतन को उत्क्रमणीय रूप से 10 लीटर से 20 लीटर तक प्रसारित किया जाता है तो किया गया कार्य अर्ग में होगा।
 (A) $-2.303 \times 298 \times 0.082 \log 2$ (B) $-298 \times 10^7 \times 8.31 \times 2.303 \log 2$
 (C) $-2.303 \times 298 \times 0.082 \log 0.5$ (D) $-8.31 \times 10^7 \times 298 \times 2.303 \log 0.5$

- C-3.** P-V रेखाचित्र में दर्शाये अनुसार चक्रिय ABCA के चारों ओर एक आदर्श गैस को लिए जाता है। चक्र के दौरान किया गया कुल कार्य बराबर है :



- (A) $12P_1V_1$
 (B) $6P_1V_1$
 (C) $5P_1V_1$
 (D) P_1V_1

खण्ड (D) : ऊष्मा तथा आन्तरिक ऊर्जा

- D-1.** एक निकाय में द्रव को जमाने के लिए :
 (A) $q = 0$ (B) $q > 0$
 (C) $q < 0$ (D) $q > 0$ या $q < 0$ (द्रव की प्रकृति पर निर्भर करता है।)
- D-2.** 2 मोल आदर्श गैस के लिए C_p व C_v (नॉन-मोलर) में सम्बन्ध है:
 (A) $C_p - C_v = 2R$ (B) $C_v - C_p = 2R$ (C) $C_p - C_v = R$ (D) $C_v - C_p = R$

खण्ड (E) : ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम

- E-1.** निकाय 600 जूल ऊष्मा अवशोषित करता है तथा इसके परिवेश पर 300 जूल के बराबर कार्य करता है। आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन है।
 (A) 300 J (B) 400 J (C) 500 J (D) 600 J
- E-2.** समआयतनिक प्रक्रम में आन्तरिक ऊर्जा में वृद्धि है :
 (A*) अवशोषित ऊष्मा के बराबर (B) उत्सर्जित ऊष्मा के बराबर
 (C) किये गये कार्य के बराबर (D) उत्सर्जित ऊष्मा तथा किये गये कार्य के योग के बराबर
- E-3.** आदर्श गैस के समतापी प्रसार के लिए गलत कथन चुनिये।
 (A) गैस के ताप में परिवर्तन नहीं होगा।
 (B) गैस की आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन नहीं होगा।
 (C) गैस द्वारा किया गया कार्य, गैस को दी गई ऊष्मा के बराबर होगा।
 (D) गैस द्वारा किया गया कार्य, गैस की आन्तरिक ऊर्जा के परिवर्तन के बराबर होगा।
- E-4.** एक तंत्र की प्रक्रिया में 0.5 kJ ऊष्मा अवशोषित होती है इस दौरान ऊष्मा 1 atm बाह्य दाब के विरुद्ध प्रसारित होती है। इस प्रक्रिया में आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन 300 J है तो आयतन (लीटर) में परिवर्तन ज्ञात कीजिए।
 (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4
- E-5.** जब द्वितापीय दीवारों युक्त एक बन्द दृढ़ पात्र में दो मोल हाइड्रोजन परमाणु आपस में जुड़कर एक मोल हाइड्रोजन अणु बनाते हैं तो $H(g) + H(g) \rightarrow H_2(g)$
 (A) $w < 0$ (B) $\Delta U = \text{ऋणात्मक}$ (C) $q_{\text{निकाय}} = \text{धनात्मक}$ (D) $q_{\text{परिवेश}} = \text{ऋणात्मक}$

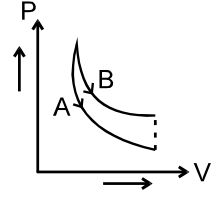
खण्ड (F) : रुद्धोष्म समतापीय प्रक्रम, पॉलीट्रोपिक तथा मुक्त प्रसार प्रक्रम

- F-1.** निकाय का तापमान निम्न में से किसमें घटता है?
 (A) रुद्धोष्म सम्पीड़न में (B) समतापीय सम्पीड़न में (C) समतापीय प्रसार में (D) रुद्धोष्म प्रसार में
- F-2.** 27°C पर NH_3 के 1 मोल को उत्क्रमणीय रुद्धोष्म परिस्थिति में आठ गुना आयतन तक प्रसारित किया जात ($\gamma = 1.33$) है, तो अन्तिम ताप तथा किया गया कार्य क्रमशः है :
 (A) 150 K, 900 cal (B) 150 K, 400 cal (C) 250 K, 1000 cal (D) 200 K, 800 cal



F-3. चित्र में A व B दो भिन्न गैसों के लिए रूद्धोष्म वक्र है तो A व B संगत है :

- (A) क्रमशः Ar व He
 (B) क्रमशः He व H₂
 (C) क्रमशः O₂ व H₂
 (D) क्रमशः H₂ व He



खण्ड (G) : एन्थैल्पी

- G-1. अनादर्श गैस का 1 मोल, आन्तरिक ऊर्जा $\Delta U = 40 \text{ L-atm}$ में परिवर्तन के साथ, अवस्था (1.0 atm, 3.0 L, 200 K) से (4.0 atm, 5.0 L, 250 K) तक परिवर्तित करता है। L-atm में प्रक्रम की एन्थैल्पी में परिवर्तन निम्न हैं :
- (A) 43 (B) 57 (C) 42 (D) इनमें से कोई नहीं
- G-2. आदर्श गैस के समतापीय प्रसार के लिये
- (A) U तथा H बढ़ते हैं। (B) U बढ़ता है परन्तु H घटता है।
 (C) H बढ़ता है परन्तु U घटता है। (D) U तथा H अपरिवर्तित रहते हैं।
- G-3. एक पात्र में 100 लीटर द्रव X उपस्थित है। द्रव को ऊष्मा इस प्रकार दी जाती है कि दी गई ऊष्मा = एन्थैल्पी में परिवर्तन। द्रव का आयतन दो लीटर बढ़ जाता है। यदि बाह्य दाब 1 atm है तथा 202.6 जूल ऊष्मा दी गई, तब [U - कुल आन्तरिक उर्जा]
- (A) $\Delta U = 0$, $\Delta H = 0$ (B) $\Delta U = + 202.6 \text{ J}$, $\Delta H = + 202.6 \text{ J}$
 (C) $\Delta U = - 202.6 \text{ J}$, $\Delta H = - 202.6 \text{ J}$ (D) $\Delta U = 0$, $\Delta H = + 202.6 \text{ J}$

खण्ड (H) : संक्रमण अवस्था

- H-1. $\text{H}_2\text{O}(s) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$
 इस संक्रमण अवस्था को नियत ताप तथा दाब पर निष्पादित किया जाता है तो प्रक्रम के दौरान किया गया कार्य है -
- (A) $W < 0$ (B) $W > 0$ (C) $W = 0$ (D) निर्धारित नहीं कर सकते
- H-2. 1 atm दाब पर n मोल जल (0°C) को बर्फ (0°C) में जमाया जाता है। तो स्थानान्तरित ऊष्मा है :
- (A) $n\Delta H_{\text{संगलन}}$ (B) $-n\Delta H_{\text{संगलन}}$ (C) $nC_{v,m}\Delta T$ (D) $\Delta H_{\text{संगलन}}$

भाग - III : कॉलम को सुमेलित कीजिए (MATCH THE COLUMN)

1. कॉलम मिलान कीजिए।

	कॉलम-I		कॉलम-II
(A)	एक आदर्श गैस का उत्क्रमणीय समतापीय प्रसार	(p)	$w = -2.303 nRT \log \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$
(B)	एक आदर्श गैस का उत्क्रमणीय रूद्धोष्म संपीडन	(q)	$PV^\gamma = \text{नियत}$
(C)	एक आदर्श गैस का अनुत्क्रमणीय रूद्धोष्म प्रसार	(r)	$w = \frac{nR}{(\gamma - 1)} (T_2 - T_1)$
(D)	एक आदर्श गैस का अनुत्क्रमणीय समतापीय संपीडन	(s)	$\Delta H = 0$

2. कॉलम मिलान कीजिए।

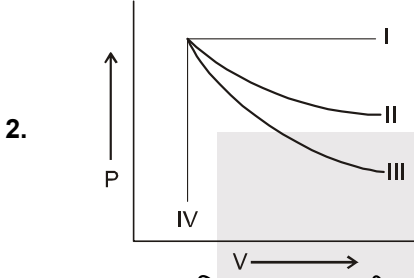
	कॉलम-I		कॉलम-II
(A)	एक प्रक्रम को अन्ततः धीमे से कराया जाता है।	(p)	रूद्धोष्म
(B)	एक प्रक्रम जिसमें ऊष्मा न तो निकाय में प्रवेश करती है न ही निकाय से बाहर निकलती है।	(q)	$\Delta E = 0$, $\Delta H = 0$
(C)	एक प्रक्रम नियत ताप पर कराया जाता है।	(r)	उत्क्रमणीय
(D)	चक्रीय प्रक्रम	(s)	समतापीय



Exercise-2

भाग - I : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)

1. निम्न समूहों में से कौनसे एक समूह में सभी गुण समान वर्ग से सम्बंध है (सभी मात्रात्मक अथवा मात्रा स्वतंत्र) ?
 (A) द्रव्यमान, आयतन, दाब (B) तापमान, दाब, आयतन
 (C) ऊष्मा धारिता, घनत्व, एन्ट्रॉपी (D) एन्थैल्पी, आन्तरिक ऊर्जा, आयतन



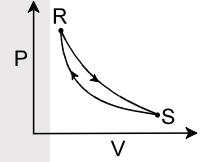
समआयतनिक तथा समदाबीय प्रक्रम को क्रमशः प्रदर्शित करने वाले P तथा V के मध्य आरेख है।

- (A) I, II (B) IV, I (C) I, IV (D) II, III
3. कॉलम-I का कॉलम-II से मिलान कीजिए तथा विकल्प (A), (B), (C) तथा (D) में से सही विकल्प कीजिए।

	कॉलम-I		कॉलम-II
(X)	समतापीय	(p)	$\Delta T = 0$
(Y)	समदाबीय	(q)	$\Delta V = 0$
(Z)	रुद्धोष्मीय	(r)	$\Delta P = 0$
(W)	समआयतनिक	(s)	$q = 0$

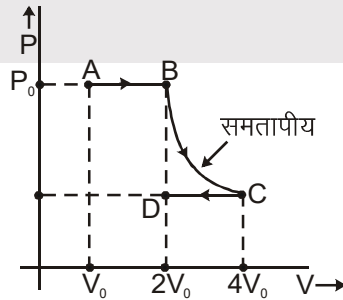
(A) X-p, Y-q, Z-r, W-x (B) X-p, Y-r, Z-s, W-q (C) X-s, Y-p, Z-r, W-q (D) X-s, Y-p, Z-q, W-r

4. चित्र में दर्शाये अनुसार चक्रिय प्रक्रम $R \rightarrow S \rightarrow R$ लीजिये। आपसे कहा जाता है कि इनमें से एक प्रक्रम रुद्धोष्मीय है तथा दूसरा प्रक्रम समतापीय है। निम्न में से कौनसा कथन सही है -



- (A) प्रक्रम $R \rightarrow S$ समतापी है।
 (B) प्रक्रम $S \rightarrow R$ रुद्धोष्मीय है।
 (C) प्रक्रम $R \rightarrow S$ रुद्धोष्मीय है।
 (D) इस प्रकार का आरेख संभव नहीं है।

5. एक परमाण्वीय गैस पर निम्न प्रक्रम ABCD के लिए W (कार्य) है।



- (A) $w = -2 P_0 V_0 \ln 2$, (B) $w = -2 P_0 V_0 \ln 4$,
 (C) $w = -P_0 V_0 (1 + \ln 2)$, (D) $w = -P_0 V_0 \ln 2$,



6. 100 atm बाह्य दाब पर 50 L का निश्चित द्रव एक पिस्टन निकाय में रखा हुआ है। इस दाब को अचानक मुक्त किया जाता है और नियत वायुमण्डलीय दाब के विरुद्ध द्रव प्रसारित होता है तथा द्रव का आयतन L से बढ़ जाता है, तथा द्रव पर अन्तिम दाब 10 atm हो जाता है तो किये गए कार्य के परिमाण की गणना करो।
 (A) 1L.atm (B) 5 L.atm (C) 500 L.atm (D) 50 L.atm
7. एक आदर्श गैस में दिये गये प्रक्रम के लिये निम्न में से कौन सी समीकरण ऊष्मा गतिकी के प्रथम नियम को सही रूप से प्रदर्शित नहीं करती है ?
 (A) समतापीय प्रक्रम : $q = -w$ (B) चक्रीय प्रक्रम : $q = -w$
 (C) रुद्धोष्मीय प्रक्रम : $\Delta E = q$ (D) निर्वात में गैस का प्रसार: $\Delta E = q$
8. नियत बाह्य दाब 2 atm के विरुद्ध 300 K व 5 atm पर एक मोल आदर्श गैस $(C_{v,m} = \frac{5}{2}R)$ को रुद्धोष्मीय रूप से 2 atm अन्तिम दाब तक प्रसारित किया जाता है। गैस का अन्तिम ताप निम्न हैं :
 (A) 270 K (B) 273 K (C) 248.5 K (D) 200 K
9. एक गैस के लिए 1L से 2L तक अनुक्रमणीय रुद्धोष्म प्रसार के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन का परिमाण ΔH_1 है तथा उत्क्रमणीय रुद्धोष्म प्रसार के लिए समान प्रसार के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन ΔH_2 तब
 (A) $\Delta H_1 > \Delta H_2$
 (B) $\Delta H_1 < \Delta H_2$
 (C) $\Delta H_1 = \Delta H_2$, एन्थैल्पी एक अवस्था फलन है। ($\Delta H_1 = \Delta H_2$)
 (D) $\Delta H_1 = \Delta E_1$ तथा $\Delta H_2 = \Delta E_2$ जहाँ ΔE_1 तथा ΔE_2 क्रमशः इन प्रसरणों के लिए गैस की आंतरिक ऊर्जाओं में परिवर्तन का परिमाण है।

भाग - II : संख्यात्मक मान प्रकार (NUMERICAL VALUE TYPE)

1. निम्न में से कितने कथन गलत हैं ?
 (i) ऊष्मागतिकी, केवल तंत्र की कुल ऊर्जा के साथ संबंधित है।
 (ii) ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम को बंद पात्र में विशिष्ट अणुओं पर लागू किया जा सकता है।
 (iii) अनेक ऊष्मागतिकी गुणों का पूर्ण रूप से मापन नहीं कर सकते, इसलिए गणना के लिए ऊष्मागतिकी गुणों में परिवर्तन की आवश्यकता है।
 (iv) किसी भी रासायनिक अभिक्रिया के व्यवहार को ऊष्मागतिकी से नहीं समझाया जा सकता है।
 (v) जब परिवेश हमेशा तंत्र के साथ साम्यावस्था में होता है तो इस प्रक्रिया को उत्क्रमणीय कहा जाता है।
 (vi) ऊष्मागतिकी द्वारा साम्य प्राप्ति के समय को ज्ञात किया जा सकता है।
2. निम्न में से कितने भौतिक गुण मात्रात्मक गुण हैं –
 (i) मुक्त ऊर्जा (ii) वाष्पदाब (iii) मोल (iv) गतिज ऊर्जा
 (v) एन्ट्रॉपी (vi) आन्तरिक ऊर्जा (vii) एन्थैल्पी (viii) विशिष्ट ऊष्मा धारिता
 (ix) श्यानता गुणांक (x) कुल ऊष्मा धारिता
3. निम्न में से कितने अवस्था फलन हैं –
 (i) आन्तरिक ऊर्जा (ii) ऊष्मा (iii) एन्थैल्पी (iv) एन्ट्रॉपी
 (v) दाब (vi) ताप (vii) आयतन (viii) कार्य
 (ix) विशिष्ट ऊष्मा धारिता (x) मोलर ऊष्मा धारिता
4. 2 मोल He गैस ($\gamma = 5/3$) प्रारम्भ में 27°C ताप पर 20 लीटर आयतन को घेरे रहती है। गैस नियत दाब पर आयतन के दुगुना होने तक प्रसारित होती है। तब यह उत्क्रमणीय रुद्धोष्म परिवर्तन आयतन 10 लीटर होने तक दर्शाता है, तो $T/100$ का मान ज्ञात कीजिए। (जहाँ T अन्तिम ताप है, $\left(\frac{4}{11}\right)^{2/3} = \frac{1}{2}$)



5. आदर्श गैस का एक प्रादर्श उत्क्रमणीय प्रक्रम में 1 dm^3 से 3 dm^3 तक प्रसारित होता है। जिसके लिए $P = KV^3$, $K = 1/5 \text{ (atm/dm}^9)$ । गैस (L atm) द्वारा किया गया कार्य है।
6. एक सिलिण्डर प्रारम्भ में 7 atm व 25°C पर आदर्श गैस के 1 लीटर रखता है। इसका वाल्व परिवेश में खुला हुआ है, जिसका दाब 760 टॉर तथा ताप 25°C है। इस प्रक्रम को समतापी मानकर प्रसार के कार्य द्वारा परिवेश में कितना कार्य (L.atm में) किया गया?
7. प्रारंभिक दाब 1 atm व प्रारंभिक ताप 30 K से प्रारम्भ कर 2 atm के नियत बाह्य दाब के द्वारा एक आदर्श एकलपरमाणवीय गैस के 2 मोल के रूद्धोष्मीय रूप से संपीडन में किया गया कार्य (कैलोरी में) निम्न है ($R = 2$ कैलोरी/मोल डिग्री)
8. 1 मोल नॉन-आदर्श गैस में आन्तरिक ऊर्जा परिवर्तन के साथ अवस्था परिवर्तन $(2.0 \text{ atm}, 3.0 \text{ L}, 95 \text{ K}) \rightarrow (4.0 \text{ atm}, 5.0 \text{ L}, 245 \text{ K})$; $\Delta U = 30.0 \text{ L. atm}$ है। प्रक्रम की एन्थैल्पी में परिवर्तन की गणना L. atm में कीजिए।

भाग - III : एक या एक से अधिक सही विकल्प प्रकार

1. एक तंत्र के लिए निम्न गुणों में से कौनसे गुण मात्रा स्वतंत्र गुण (intensive) है।
 (A) रंग (B) गतिज ऊर्जा प्रति मोल
 (C) X (जहाँ $X = U + H$) (D) विशिष्ट आयतन (प्रति इकाई द्रव्यमान के लिए आयतन)
2. सही कथन का चयन कीजिये :
 (A) निकाय तथा परिवेश हमेशा, वास्तविक अथवा काल्पनिक परिसीमा द्वारा पृथक रहते हैं।
 (B) पूर्णतः विलगित निकाय का निर्माण कभी नहीं किया जा सकता है।
 (C) उत्क्रमणीय प्रक्रम में प्रत्येक पद में ऊर्जा परिवर्तन, उत्क्रमणीय हो सकता है।
 (D) अनुत्क्रमणीय प्रक्रम को क्वासी साम्यवास्था (quasi-equilibrium state) भी कहा जाता है।
3. एक गैसीय नमूने के एक समतापीय प्रसार में सही सम्बन्ध है : (नये IUPAC नियमों के अनुसार w (कार्य) को चिन्ह के साथ लेते हैं) समान प्रारम्भिक तथा अन्तिम अवस्था के मध्य उत्क्रमणीय तथा अनुत्क्रमणीय प्रक्रम सम्पन्न किये जाते हैं।
 (A) $W_{\text{उत्क्रमणीय}} > W_{\text{अनुत्क्रमणीय}}$ (B) $W_{\text{अनुत्क्रमणीय}} > W_{\text{उत्क्रमणीय}}$
 (C) $Q_{\text{उत्क्रमणीय}} < Q_{\text{अनुत्क्रमणीय}}$ (D) $\Delta E_{\text{उत्क्रमणीय}} = \Delta E_{\text{अनुत्क्रमणीय}}$
4. आदर्श गैस के समतापीय प्रसार के दौरान :
 (A) आन्तरिक ऊर्जा अप्रभावित रहती है। (B) तापमान नियत रहता है।
 (C) एन्थैल्पी अपरिवर्तित रहती है। (D) एन्थैल्पी बढ़ती है।
5. दो गैसों (आदर्श मानते हुए) के P-V आरेख रूद्धोष्म प्रक्रम के दौरान निम्न आकृति में दि गये हैं। आरेख A व आरेख B निम्न से संबंधित होते हैं :
 (A) He तथा H_2 (B) H_2 तथा He
 (C) SO_3 तथा CO_2 (D) N_2 तथा Ar
-
6. एक आदर्श गैस, नियत बाह्य दाब के विरुद्ध, रूद्धोष्मीय प्रसार दर्शाती है। निम्न में से कौनसा(से) कथन गलत है(हैं) :
 (A) तंत्र के ताप में कमी आती है।
 (B) सम्बन्ध $PV^\gamma = \text{नियतांक मान्य होगी}$ । (जहाँ P व V, गैस के चर हैं।)
 (C) $\Delta E + P_{\text{बाह्य}} \Delta V = 0$
 (D) गैस की एन्थैल्पी अपरिवर्तित रहती है।
7. 1 atm दाब पर ठोस के उर्ध्वपातन के लिए निम्न में से कौनसा सही हो सकता है।
 (A) निम्न ताप पर $\Delta U > 0$ (B) $q > 0$
 (C) उच्च ताप पर $\Delta U < 0$ (D) $\Delta H > 0$

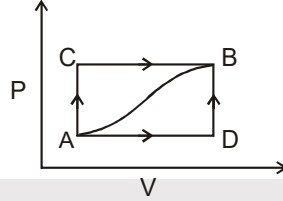


भाग - IV : अनुच्छेद (COMPREHENSION)

निम्न अनुच्छेद को ध्यानपूर्वक पढ़िये तथा प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

अनुच्छेद

जब एक तंत्र को अवस्था A से अवस्था B में चित्र में दर्शाये पथ ACB के अनुसार लाया जाता है, तब 80 J की ऊष्मा, तंत्र में प्रवाहित होती है तथा तंत्र 30 J का कार्य करता है।



- पथ ADB के अनुदिश, तंत्र में ऊष्मा की कितनी मात्रा प्रवाहित की जाती है, यदि तंत्र द्वारा किया गया कार्य 10 J है :
(A) 40 J (B) 60 J (C) 80 J (D) 100 J
- यदि तंत्र पुनः अवस्था B से A पर वक्रित पथ (curved path) के अनुदिश वापस आता है तथा तंत्र पर किया गया कार्य 20 J है, तब तंत्र कितनी मात्रा में ऊष्मा उत्सर्जन अथवा अवशोषण करेगा ?
(A) -70 J ; ऊष्मा का उत्सर्जन (B) -60 J ; ऊष्मा का उत्सर्जन
(C) +70 J ; ऊष्मा का अवशोषण (D) +60 J ; ऊष्मा का अवशोषण
- यदि $E_D - E_A = +40J$ है, तब प्रक्रम AD तथा DB में अवशोषित ऊष्मा क्रमशः है :
(A) $q_{AD} = 30 J$ तथा $q_{DB} = -90 J$ (B) $q_{AD} = +60 J$ तथा $q_{DB} = 0 J$
(C) $q_{AD} = -30 J$ तथा $q_{DB} = 90 J$ (D) $q_{AD} = +50 J$ तथा $q_{DB} = 10 J$

Exercise-3

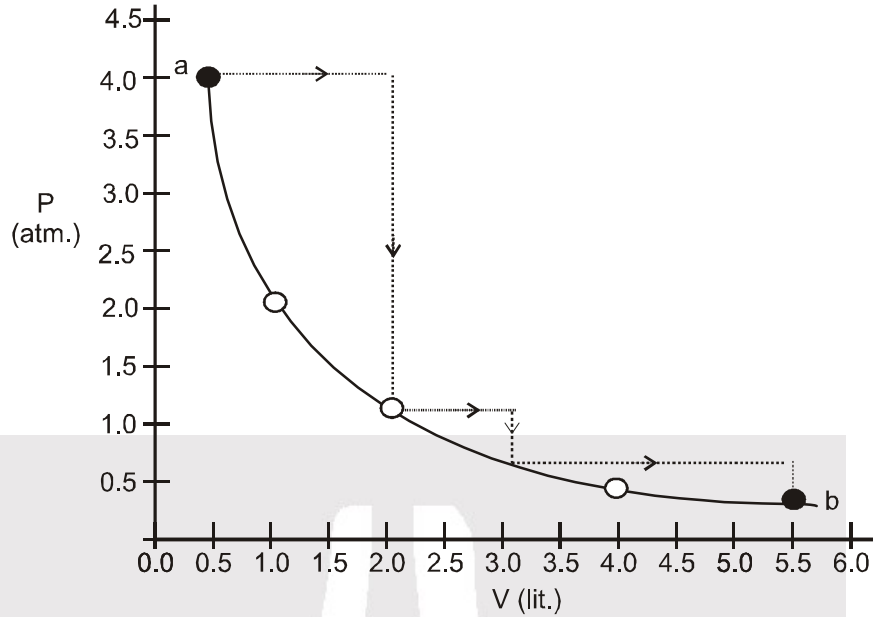
* चिन्हित प्रश्न एक से अधिक सही विकल्प वाले प्रश्न हैं -

भाग - I : JEE (ADVANCED) / IIT-JEE (पिछले वर्षों) के प्रश्न

- दी गई अभिक्रिया एक लीटर पात्र में सम्पन्न होती है। यदि अभिक्रिया पूर्ण होने पर पात्र के दाब में परिवर्तन 70 atm से 40 atm हो जाता है। तो अभिक्रिया का ΔU परिकल्पित कीजिए। [1L atm = 0.1 kJ] [JEE 2006, 3/184]

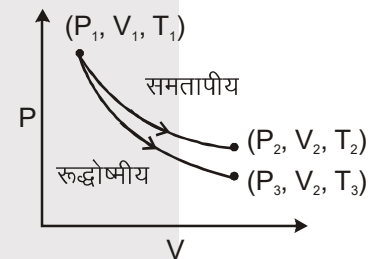
$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2 \quad \Delta H = -560 \text{ kJ}$$

2 मोल 1 मोल
- * निम्नलिखित में से अवस्था फलन (state function) है / हैं : [JEE 2009, 4/160]
(A) आन्तरिक ऊर्जा (Internal energy)
(B) अनुत्क्रमणीय प्रसार कार्य (Irreversible expansion work)
(C) उत्क्रमणीय प्रसार कार्य (Reversible expansion work)
(D) मोलर एन्थैल्पी (Molar enthalpy)
- * निम्न में स्वतंत्रमात्रात्मक गुणधर्म (intensive property) है / हैं : [JEE 2010, 3/163]
(A) मोलर चालकता (B) वैद्युतवाहक बल (C) प्रतिरोध (D) ऊष्मा धारिता
- एक आदर्श गैस के एक मोल को a से b तक घन (solid) रेखा और डैश (dashed) रेखा द्वारा निम्न ग्राफ में दिखाए गये दो रास्तों द्वारा ले जाया गया। यदि घन रेखा के रास्ते पर किया गया कार्य W_s है और डैश रेखा के रास्ते पर किया गया कार्य W_d है, तब अनुपात W_d / W_s का सबसे समीप पूर्णांक है। [JEE 2010, 3/163]



- 5.* दिये हुए रेखाचित्र में एक आदर्श गैस के लिए रुद्धोष्म (adiabatic) और समतापीय (isothermal) अवस्थाओं में उत्क्रमणीय प्रसार (reversible expansion) दिखाया गया है। निम्नलिखित कथनों में से कौन कथन सही है/हैं?

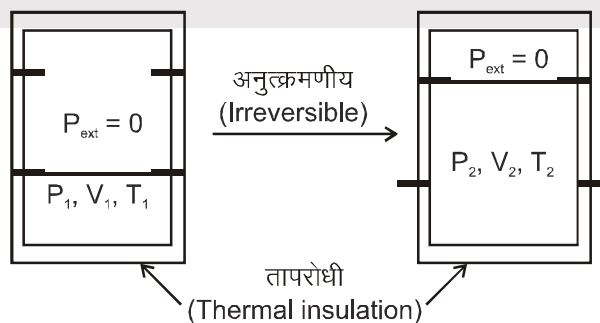
[JEE 2012, 4/136]



- (A) $T_1 = T_2$
 (B) $T_3 > T_1$
 (C) $W_{\text{समतापीय}} > W_{\text{रुद्धोष्म}}$
 (D) $\Delta U_{\text{समतापीय}} > \Delta U_{\text{रुद्धोष्म}}$

- 6.* उष्मारोधी (thermally insulated) बर्तन में एक आदर्श गैस आन्तरिक दबाव = P_1 , आयतन = V_1 तथा परमताप = T_1 पर शून्य बाह्य दबाव के विरुद्ध नीचे दर्शाये चित्रानुसार अनुत्क्रमणीय (irreversibly) प्रसारित होती है। गैस का आखिरी आन्तरिक दबाव, आयतन एवं परमताप क्रमशः P_2 , V_2 तथा T_2 , है। इस विस्तारण के लिए

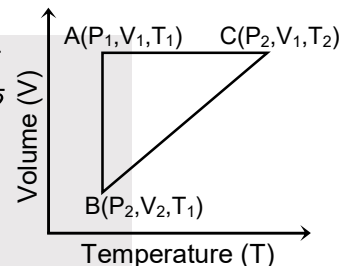
[JEE(Advanced) 2014, 3/120]



- (A) $q = 0$ (B) $T_2 = T_1$ (C) $P_2 V_2 = P_1 V_1$ (D) $P_2 V_2^\gamma = P_1 V_1^\gamma$



- 7.* एक आदर्श गैस को (p_1, V_1, T_1) से (p_2, V_2, T_2) तक विभिन्न अवस्थाओं के अधीन फैलाया गया है। निम्नलिखित विकल्पों में सही कथन है(हैं)
- [JEE(Advanced) 2017, 4/122]**
- (A) जब V_1 से V_2 तक रूद्धोष्म अवस्था के अधीन इसका उत्क्रमणीय (reversibly) फैलाव किया जाय तो गैस द्वारा किया गया कार्य V_1 से V_2 तक समतापी (isothermal) अवस्थाओं के अधीन उत्क्रमणीय फैलाव में किये गये कार्य की तुलना में कम है।
 (B) गैस की आंतरिक ऊर्जा में बदलाव(i) शून्य है यदि इसे $T_1 = T_2$ के साथ फैलाव उत्क्रमणीय (reversibly) तरीके से किया जाए, और (ii) धनात्मक है यदि इसे $T_1 \neq T_2$ के साथ रूद्धोष्म (adiabatic) परिस्थितियों के अधीन उत्क्रमणीय (reversibly) फैलाव किया जाय
 (C) यदि फैलाव मुक्त रूप से किया जाय तो यह साथ-साथ दोनों समतापी(isothermal) एवं रूद्धोष्म (adiabatic) हैं।
 (D) जब इसे अनुत्क्रमणीय तरीके से(irreversibly) (p_2, V_2) से (p_1, V_1) तक स्थिर दाब p_1 के विरुद्ध दबाया जाता है तो गैस के ऊपर किया गया कार्य अधिकतम होता है।
- 8.* एक आदर्श गैस के लिए एक उत्क्रमणीय चक्रीय प्रक्रम(reversible cyclic process) नीचे आकृति में दिखाया गया है। यहाँ P, V और T क्रमशः दाब, आयतन और तापमान हैं। ऊष्मागतिक प्राचल q, w, H और U, क्रमशः ऊष्मा, कार्य, एन्थैल्पी और आंतरिक ऊर्जा हैं।
 सही विकल्प है (हैं)
- [JEE(Advanced) 2018, 4/120]**
- (A) $q_{AC} = \Delta U_{BC}$ और $w_{AB} = P_2 (V_2 - V_1)$
 (B) $w_{BC} = P_2 (V_2 - V_1)$ और $q_{BC} = \Delta H_{AC}$
 (C) $\Delta H_{CA} < \Delta U_{CA}$ और $q_{AC} = \Delta U_{BC}$
 (D) $q_{BC} = \Delta H_{AC}$ और $\Delta H_{CA} > \Delta U_{CA}$



भाग - II : JEE (MAIN) / AIEEE (पिछले वर्षों) के प्रश्न

JEE-MAIN OFFLINE PROBLEMS

1. जलवाष्प को एक आदर्श गैस मानकर (ΔU) जब एक मोल पानी को 100°C ताप तथा 1 bar दाब पर वाष्पित करते हैं तो आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन होगा (दिया है पानी की वाष्पित मोलर एन्थैल्पी 373 K ताप तथा 1 bar दाब पर 41 kJ mol^{-1} तथा $R = 8.3\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$ हैं) :
- [AIEEE 2007, 3/120]**
2. स्थिर ताप 37.0°C पर एक आदर्श गैस के 0.04 मोल से भरा हुआ पिस्टन उत्क्रमणीय ढंग से 50.0 mL से 375 mL तक फैलता है। ऐसा होने में ऊष्मा का 208 J शोषित होता है। q और w के मान प्रक्रम के लिये होंगे:
- [JEE 2013, (Main), 4/120]**
- ($R = 8.314\text{ J/mol K}$) ($\ln 7.5 = 2.01$)
 (1) $q = +208\text{ J}$, $w = -208\text{ J}$ (2) $q = -208\text{ J}$, $w = -208\text{ J}$
 (3) $q = -208\text{ J}$, $w = +208\text{ J}$ (4) $q = +208\text{ J}$, $w = +208\text{ J}$
3. ΔU जिसके बराबर है, वह है:
- [JEE(Main) 2017, 4/120]**
- (1) समदाबी कार्य (2) रूद्धोष्म कार्य (3) समतापी कार्य (4) सम-आयतनिक कार्य

JEE-MAIN ONLINE PROBLEMS

1. यदि H_2O_2 के 100 मोल 1 bar तथा 300 K पर वियोजित हो तो 1 bar दाब के विरुद्ध ऑक्सीजन के विस्तारित होने पर किया हुआ कार्य (kJ) होगा :
- [JEE(Main) 2016 Online (10-04-16), 4/120]**
- $$2\text{H}_2\text{O}_2(l) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(l) + \text{O}_2(g) \quad (R = 8.3\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1})$$
- (1) 498.00 (2) 62.25 (3) 124.50 (4) 249.00
2. एक गैस अवस्था A से अवस्था B को जाती है। इस प्रक्रम में, गैस द्वारा शोषित ऊष्मा तथा किया गया कार्य क्रमशः 5 J तथा 8 J हैं। अब गैस को दूसरे प्रक्रम द्वारा पुनः A अवस्था में लाते हैं इसमें 3 J ऊष्मा निकलती है। B से A के इस उल्टे प्रक्रम में :
- [JEE(Main) 2017 Online (09-04-17), 4/120]**
- (1) गैस पर परिवेश द्वारा किया गया कार्य 10 J होगा। (2) गैस द्वारा 10 J कार्य किया जायेगा।
 (3) गैस पर परिवेश द्वारा किया गया कार्य 6 J होगा। (4) गैस द्वारा 6 J कार्य किया जायेगा।





3. एक आदर्श गैस एक चक्रीय प्रक्रम से गुजरती है जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है।

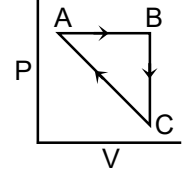
[JEE(Main) 2018 Online (15-04-18), 4/120]

$$\Delta U_{BC} = -5 \text{ kJ mol}^{-1}, q_{AB} = 2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$W_{AB} = -5 \text{ kJ mol}^{-1}, W_{CA} = 3 \text{ kJ mol}^{-1}$$

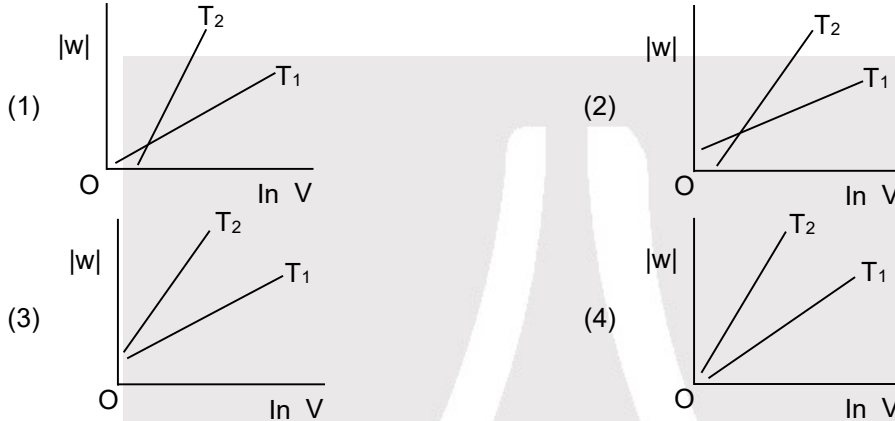
CA प्रक्रम में तंत्र द्वारा शोषित ऊष्मा है :

- (1) -5 kJ mol^{-1} (2) $+5 \text{ kJ mol}^{-1}$
 (3) 18 kJ mol^{-1} (4) -18 kJ mol^{-1}



4. दो भिन्न तापों T_1 तथा T_2 ($T_1 < T_2$) पर एक बंद निकाय में एक आदर्श गैस के उत्क्रमणीय समतापी प्रसार पर विचार कीजिए। किये गये कार्य (w) की अंतिम आयतन (V) पर निर्भरता का सही आलेखिक चित्रण है :

[JEE(Main) 2019 Online (09-01-19), 4/120]



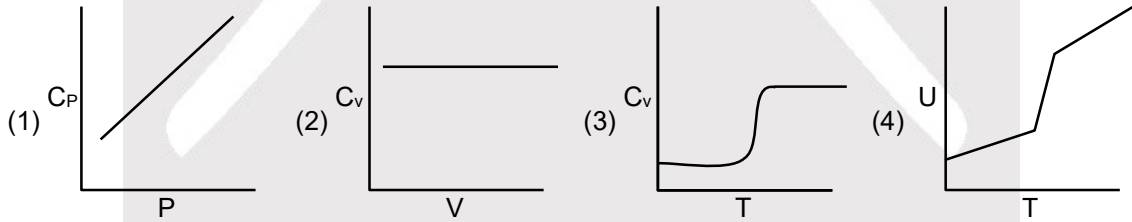
5. 4 Nm^{-2} के स्थिर बाह्य दाब के विरुद्ध, एक आदर्श गैस की समतापी संपीडन 5 m^3 से 1 m^3 तक किया जाता है। इस प्रक्रम में उत्सर्जित ऊष्मा का प्रयोग 1 मोल Al के ताप को बढ़ाने के लिए किया जाता है। यदि Al की मोलर ऊष्मा धारिता $24 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ है तो Al का ताप जितना बढ़ता है, वह है

[JEE(Main) 2019 Online (10-01-19), 4/120]

- (1) $\frac{3}{2} \text{ K}$ (2) $\frac{2}{3} \text{ K}$ (3) 1 K (4) 2 K

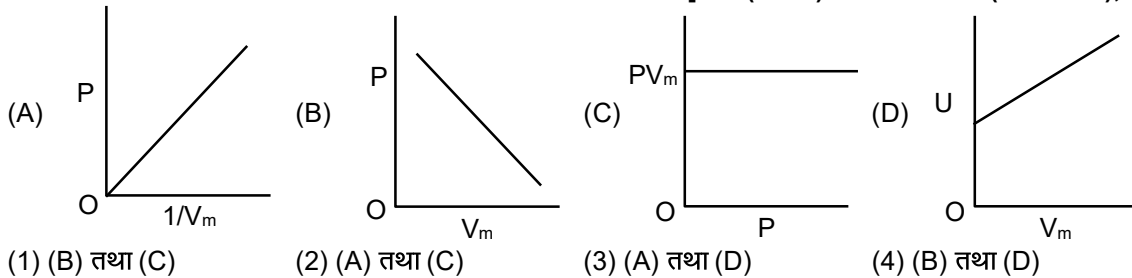
6. एक बंद निकाय में एक द्विपरमाणु आदर्श गैस के लिए निम्न में से कौनसा एक प्लॉट विभिन्न ऊष्मागतिक परिमाणों के मध्य सम्बन्धों को सही-सही नहीं बताता है ?

[JEE(Main) 2019 Online (12-01-19), 4/120]



7. एक आदर्श गैस के समतापीय प्रसरण को नहीं निरूपित करने वाले प्लॉटों का संयोजन है :

[JEE(Main) 2019 Online (12-01-19), 4/120]



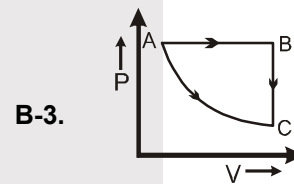
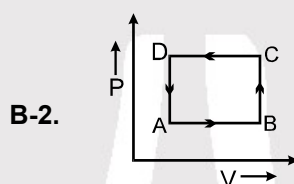
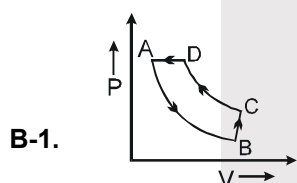


Answers

EXERCISE - 1

भाग - I

- A-1.** अवस्था फलन : (a) (b) (d) (e) ; पथ फलन : (c) (f) (g)
A-2. मात्रात्मक गुण : (b) (c) ; मात्रा स्वतंत्र गुण : (a) (d) (e) (f) (g)
A-3. (a) स्थितिज ऊर्जा अवस्था फलन है।
 (b) ऊष्मा एक पथ फलन है क्योंकि इसका एक भाग कार्य में प्रयुक्त हो सकता है।
 (c) कार्य अवस्था फलन नहीं है।



- C-1.** 60 cal. **C-2.** -5744.4 J **C-3.** 1.2×10^3 J **D-1.** 1.066 kJ
D-2. 760 J **E-1.** 32 J **E-2.** -2.6 J **F-1.** $\frac{3}{2}$
F-2. $W = 0$; $q = 0$ **G-1.** $\Delta U = 4170$ J, $\Delta H = 1$ kcal **G-2.** Zero **H-1.** $\Delta U = 75.12$ kJ

भाग - II

- A-1.** (C) **A-2.** (C) **A-3.** (B) **A-4.** (C) **A-5.** (C)
B-1. (B) **B-2.** (C) **B-3.** (A) **B-4.** (C) **B-5.** (C)
C-1. (B) **C-2.** (B) **C-3.** (C) **D-1.** (C) **D-2.** (A)
E-1. (A) **E-2.** (A) **E-3.** (D) **E-4.** (B) **E-5.** (B)
F-1. (D) **F-2.** (A) **F-3.** (B) **G-1.** (B) **G-2.** (D)
G-3. (D) **H-1.** (B) **H-2.** (B)

भाग - III

1. (A - p, s) ; (B - q, r) ; (C - r) ; (D - s) 2. (A - r) ; (B - p) ; (C - s) ; (D - q)

EXERCISE - 2

भाग - I

1. (D) 2. (B) 3. (B) 4. (D) 5. (A)
 6. (A) 7. (C) 8. (C) 9. (B)

भाग - II

1. 4 (i, ii, iv, vi) 2. 7 (i, iii, iv, v, vi, vii, x) 3. 6 (i, iii, iv, v, vi, vii)
 4. 3 5. 4 6. 6 7. 72 8. 44



भाग – III

1. (ABD) 2. (ABC) 3. (BD) 4. (ABC) 5. (BCD)
6. (BD) 7. (ABCD)

भाग – IV

1. (B) 2. (A) 3. (D)

EXERCISE – 3

भाग – I

1. $\Delta H = \Delta U + \Delta(PV)$
so, $\Delta U = \Delta H - \Delta(PV) = -560 - [40 - 70] \text{ (L atm)} = (-560 + 30 \times 0.1) \text{ kJ} = -557 \text{ kJ}.$
2. (ABD) 3. (AB) 4. 2 5. (AD) 6. (ABC)
7. (ACD) 8. (BC)

भाग – II

JEE-MAIN OFFLINE PROBLEMS

1. (1) 2. (1) 3. (2)

JEE-MAIN ONLINE PROBLEMS

1. (3) 2. (3) 3. (2) 4. (4) 5. (2)
6. (1) 7. (4)