HEAT & THERMODYNAMICS

1. 1 लीटर आयतन की शुष्क हवा जो कि मान ताप व दाब (STP) पर है, रूद्धोष्म प्रक्रिया से प्रसारित होकर 3 लीटर आयतन की हो जाती है। यदि $\gamma = 1.40$, तो हवा द्वारा किये गये कार्य का मान है : $(3^{1.4} = 4.6555)$ [हवा को आदर्श गैस मानें]

(1) 90.5 J (2) 48 J (3) 60.7 J (4) 100.8 J

2. एक आदर्श गैस, जिसके लिये $\frac{C_P}{C_V} = \frac{5}{3}$ है, के दो मोल को एक दूसरी आदर्श गैस, जिसके लिये $\frac{C_P}{C_V} = \frac{4}{3}$ है, के 3 मोल से मिलाया जाता है। गैसों के इस मिश्रण के लिये $\frac{C_P}{C_V}$ का मान है।

(1) 1.50 (2) 1.42 (3) 1.45 (4) 1.47

3. एक कार्नो इन्जन को 900 K और 300 K के दो ऊष्मा भंडारों के बीच चलाया जाता है। इन्जन प्रत्येक चक्र (cycle) में 1200 J परिमाण का कार्य करता है। इन्जन निम्न ताप वाले ऊष्मा भंडार में प्रति चक्र कितनी ऊष्मा (J में) छोडता है____.

4. धातु के बने हुए ठोस असमदैशिक घन के रेखीय प्रसार गुणांक इस प्रकार है : 5×10^{-5}/°C x-दिशा में तथा 5×10^{-6}/°C, y तथा z-दिशाओं में। यदि इसका आयतन प्रसार गुणांक $C \times 10^{-16}$/°C हो, तो C का मान है_____.

5. दो आदर्श कार्नो इंजन सोपानी संबंधन (एक इन्जन द्वारा छोड़ी गयी सम्पूर्ण ऊष्मा दूसरे इन्जन द्वारा कार्य करने में प्रयोग की जाती है।) में T_1 और T_2 तापमान के दो ऊष्मा भंडारों के बीच लगे हुए हैं। पहले इन्जन के गर्म ऊष्मा भंडार का तापमान T_1 है तथा दूसरे इन्जन के ठण्डे ऊष्मा भंडार का तापमान T_2 है और पहले इन्जन के सिंक का तापमान तथा दूसरे इन्जन के स्त्रोत का तापमान दोनों T है। यदि दोनों इन्जन समान कार्य का उत्पादन करते हों तो T, T_1 और T_2 में संबंध है:

(1) $T = \frac{2T_1T_2}{T_1+T_2}$ (2) $T = \sqrt{T_1T_2}$

(3) $T = \frac{T_1+T_2}{2}$ (4) $T = 0$

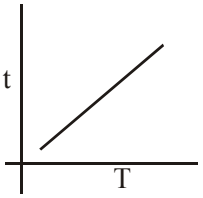
6. एक ऊष्मारोधी प्रक्रिया में एक आदर्श गैस का आयतन दोगुना हो जाता है। इसके कारण उसके अणुओं में होने वाली टक्करों का औसत समय τ_1 से बदलकर τ_2 हो जाता है। यदि इस गैस के लिये $\frac{C_p}{C_v} = \gamma$ तो $\frac{\tau_2}{\tau_1}$ के लिये एक उत्तम आंकलन है :

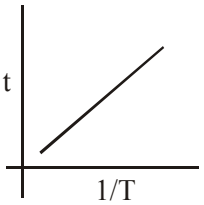
(1) $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{\gamma+1}{2}}$ (2) 2

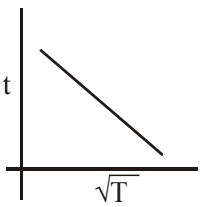
(3) $\frac{1}{2}$ (4) $\left(\frac{1}{2}\right)^{\gamma}$

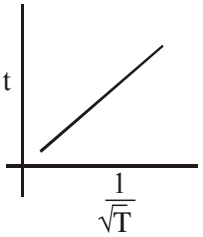
7. 100°C तापमान की M ग्राम वाष्प को 200 ग्राम बर्फ में एक ऊष्मारोधी बर्तन में मिलाया जाता है। वाष्प मिलाने से पहले बर्फ का तापमान अपने गलनांक के बराबर था। यदि यह प्रक्रिया के अन्त में 40°C का जल मिलता हो तो M का मान है : (जल की वाष्पीकरण ऊष्मा 540 cal/ g और बर्फ की संगलन ऊष्मा 80 cal/g है।) _____.

8. नीचे दिये गये चित्रों में से कौन सा चित्र आदर्श गैस के अणुओं का औसत मुक्त काल t (दो उत्तरोत्तर टक्करों के बीच का समय) का तापमान (T) के साथ विचरण दिखाता है? (रेखाचित्र सांकेतिक है)

(1) 

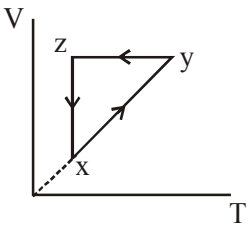
(2) 

(3) 

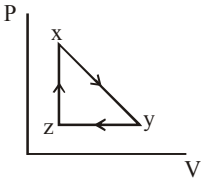
(4) 

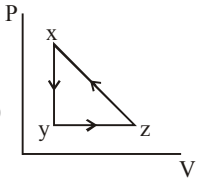
node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\JeeMain-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Heat & Thermodynamics

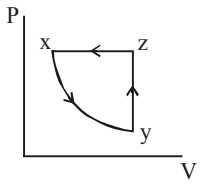
9. एक ऊष्मागतिज चक्र xyzx का V-T ग्राफ चित्र में दिखाया गया है?

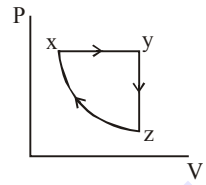


इस चक्र का सर्वोचित P-V ग्राफ निम्न में से कौन सा है? (चित्र सांकेतिक हैं)

(1) 

(2) 

(3) 

(4) 

10. एक लीक प्रूफ 1 m लम्बा बेलनाकार बर्तन एक ऐसी धातु का बना हुआ है जिसका प्रसार गुणांक नगण्य है। यह सीधा होकर 0°C तापमान के पानी में तैर रहा है और इसकी लम्बाई का 20 cm भाग पानी के बाहर है। जब पानी का तापमान 4°C तब बढ़ा दिया जाता है तो इसके बाहर रहने वाले भाग की लम्बाई 21 cm हो जाती है। तब 0°C के सापेक्ष 4°C पर पानी का घनत्व निम्न में से किसके निकट है?

(1) 1.01 (2) 1.04

(3) 1.03 (4) 1.26

11. एक कानों इन्जन की दक्षता (efficiency) $\frac{1}{10}$ है

एक रेफ्रिजरेटर के रूप में प्रयोग में लाया जा रहा है। यदि रेफ्रिजरेटर पर किया जाने वाला कार्य 10 J हो तो निम्नताप वाले तापकुण्ड से अवशोषित की जाने वाली ऊष्मा का मान है:

(1) 99 J (2) 100 J

(3) 90 J (4) 1 J

12. हीलियम गैस के n मोल्स और ऑक्सीजन गैस (इसके अणुओं को दृढ़ माने) के 2n मोल्स की मिश्रण को आदर्श गैस मानें तो इस मिश्रण के लिये C_p/C_v का मान होगा :

(1) 67/45 (2) 19/13

(3) 23/15 (4) 40/27

13. C_1, C_2 तथा C_3 तीन पात्र (containers) है जिनमें भिन्न-भिन्न तापमानों पर पानी रखा हुआ है। जब इन पात्रों से अलग-अलग मात्राओं में पानी लेकर मिलाया जाता है तो इस मिश्रण का अन्तिम तापमान T हो जाता हैं। पात्रों से लिये गये पाली की मात्रा (लीटर में) और तापमान T मा मान नीचे तालिका में दिया हुआ है। (यह माने कि मिश्रित करने की प्रक्रिया में ऊष्मा का क्षय नहीं हुआ है)

C_1	C_2	C_3	T
$1l$	$2l$	–	60°C
–	$1l$	$2l$	30°C
$2l$	–	$1l$	60°C
$1l$	$1l$	$1l$	θ

θ के मान (°C में) के निकटतम पूर्णांक है .....

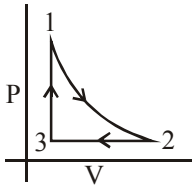
14. किसी तापतान T पर दो आदर्श द्विपरमाणुक गैसे A और B पर विचार करें। गैस A के अणु दृढ हैं तथा उनका द्रव्यमान m है। गैस B के अणु कम्पन गति भी करते है और उनका द्रव्यमान $\frac{m}{4}$ है। A और B की विशिष्ट ऊष्माओं, क्रमशः C_V^A तथा C_V^B का अनुपात होगा :

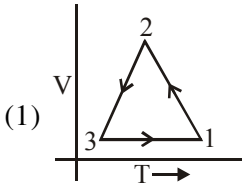
(1) 7 : 9 (2) 5 : 7

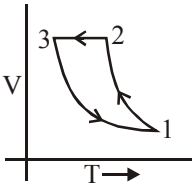
(3) 3 : 5 (4) 5 : 9

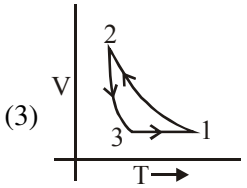
15. नीचे दिये गये ग्राफों में कौन सा ग्राफ चित्र में दिखायी गयी ऊष्मागतिज चक्रीय प्रक्रिया के समतुल्य चक्रीय प्रक्रिया दर्शाता है? चित्र में $1 \to 2$ एक रूद्धोष्म प्रक्रिया है।

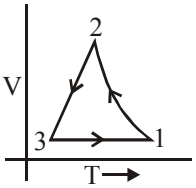
(चित्र सांकेतिक है।)



(1) 

(2) 

(3) 

(4) 

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\JeeMain-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Heat & Thermodynamics

16. दो गैसों–आर्गन (परमाणु की त्रिज्या = 0.07 nm और परमाणु भार = 40), तथा जीनॉन (परमाणु की त्रिज्या = 0.1 nm, परमाणु भार = 140) के इकाई आयतन में परमाणुओं की संख्या एकसमान है तथा उनका तापमान भी एकसमान है। इन गैसों (आर्गन और जीनॉन) के परमाणुओं के औसत मुक्त काल(mean free time) का अनुपात निम्न में से किसके निकटतम है ?

(1) 3.67 (2) 4.67
(3) 1.83 (4) 2.3

17. तापमान 300 K से शुरू होकर 1 मोल द्विपरमाणुक आदर्श गैस ($\gamma = 1.4$) का पहले रूद्धोष्म प्रक्रिया द्वारा V_1 आयतन से $V_2 = \frac{V_1}{16}$ आयतन तक संपीडन किया जाता है। तत्पश्चात इसे समदाबीय प्रक्रिया द्वारा $2V_2$ आयतन तक प्रसारित होने दिया जाता है। यदि सभी प्रक्रियाएँ स्थैतिककल्प (quasi-static) हों तो गैस का अन्तिम तापमान का (निकटतम पूर्णांक °K में) होगा _____.

18. एक गैस के मिश्रण में 3 मोल ऑक्सीजन और 5 मोल ऑर्गन दोनों T तापमान पर है। यह मानते हुए कि दोनों गैस आदर्श है तथा ऑक्सीजन में अणु दृढ़ हैं, इस मिश्रण की आंतरिक ऊर्जा (RT की इकाई में) होगी :

(1) 11 (2) 15
(3) 20 (4) 13

19. एक इन्जन 20°C और 1 वायुमण्डल दबाव पर वायु के 5 मोल्स को ऊष्मारोधी प्रक्रिया द्वारा उसका उसके मूल आयतन से 1/10 आयतन तक संपीडन (compresses) करता है। वायु को द्विपरमाणुक आदर्श गैस, जिसके अणु दृढ़ हों, मानते हुए वायु की आंतरिक ऊर्जा में इस प्रक्रिया द्वारा X kJ का बदलाव आता है। X का मान निकटतम पूर्णांक में है _____.

20. 50.0% दक्षता का एक इंजन 1915 J, –40 J, +125 J व –QJ ऊष्मा का एक प्रदान एक चक्र में करता है। ऐसी स्थिति में Q का मान है –

(1) 640 J (2) 400 J
(3) 980 J (4) 40 J

21. एक बंद बर्तन में भरी आदर्श गैस कोधीरे–धीरे गर्म किया जाता है। जैसे–जैसे इसका तापमान बढ़ता है तो निम्नलिखित कथनों में से कौन–कौन से कथन सत्य होंगे ?

(A) गैस के अणुओं के औसत मुक्त पथ का मान घटता है।
(B) गैस के अणुओं के औसत टकराने के समय का मान घटता है।
(C) गैस के अणुओं के औसत मुक्त पथ का मान नही बदलता है।
(D) गैस के अणुओं के औसत टकराने के समय का मान नही बदलता है।

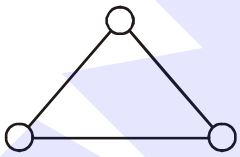
(1) (C) व (D)
(2) (A) व (B)
(3) (A) व (D)
(4) (B) व (C)

22. जब एक धातु से बने तार का तापमान 0°C से 10°C तक बढ़ाया जाता है तो इसकी लंबाई 0.02% बढ़ जाती है। इस कारण इसके घनत्व में होने वाले प्रतिशत बदलाव का मान निम्न में से किसके निकटतम है?

(1) 0.008 (2) 0.06 (3) 0.8 (4) 2.3

23. एक गुब्बारे में भरी हुई हीलियम का तापमान 32°C, दबाव 1.7 वायुमण्डल दबाव के बराबर है। जब यह गुब्बारा फूटता है तो फूटने के तुरन्त बाद इसमें भरी हीलियम गैस फैलती है। यह फैलाव:

(1) अविपर्येय रूद्धोष्म (Irreversible adiabatic)
(2) अविपर्येय समतापीय (Irreversible isothermal)
(3) प्रतिवर्ती रूद्धोष्म (Reversible adiabatic)
(4) प्रतिवर्ती समतापीय (Reversible isothermal)

24. 

त्रिपरमाणुक अणुओं की एक गैस लीजिये। ये अणु त्रिकोणीय आकार के हैं और यह माना जा सकता है कि इसके परमाणु द्रव्यमान रहित अनम्य (rigid) छड़ों से जोड़े गये हैं। इस गैस की तापमान T पर एक मोल की आन्तरिक ऊर्जा होगी:

(1) $\frac{9}{2}RT$ (2) $\frac{3}{2}RT$

(3) $\frac{5}{2}RT$ (4) 3RT

25. बैकेलाइट से बने एक बीकर का 30°C पर आयतन क्षमता 500 cc है। जब इसमें 30°C पर V_m आयतन का पारा भरा हो तो यह पाया जाता है कि तापमान बदलने पर इस बीकर के खाली भाग का आयतन नहीं बदलता है। यदि बीकर के आयतन का तपीय प्रसार गुणांक $\gamma_{(\text{बीकर})} = 6 \times 10^{-6}\ °C^{-1}$ और पारे का आयतन तापीय प्रसार गुणांक $\gamma_{(\text{पारा})} = 1.5 \times 10^{-4}\ °C^{-1}$ हो तो (cc में) V_m का मान होगा _____।

26. किसी दिये हुए द्रव्यमान की एक गैस का तापमान स्थिर दबाव पर 50°C से बढ़ाने के लिये 160 कैलोरी ऊष्मा की आवश्यकता पड़ती है। यदि इस गैस के इसी द्रव्यमान को 100°C से ठण्डा करा जाय तो स्थिर आयतन पर इस गैस से 240 कैलोरी ऊष्मा निष्कासित होती है। गैस के प्रत्येक अणु की स्वातंत्र्य कोटि (degrees of freedom) का मान है: (यह मानें कि गैस आदर्श है)

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

27. एक धातु का बना हुआ गोला 300 s में 50°C से 40°C तक ठंडा हो जाता है। यदि इसके आस–पास के वातावरण का तापमान 20°C हो अगले 5 मिनटों के बाद इस गोले का तापमान निम्न में से किसके निकटतम होगा ?

(1) 33°C (2) 35°C (3) 31°C (4) 28°C

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\JeeMain-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Heat & Thermodynamics

28. एक कैलोरीमापी (जल तुल्यांक 20 g) में 25°C पर 180 g पानी भरा हुआ है। इसमें 100°C तापमान की 'm' ग्राम वाष्प मिश्रित की जाती है जब तक तापमान 31°C न हो जाये। m का निकटतम मान है (वाष्प की गुप्त ऊष्मा = 540 cal g^{-1}, पानी की विशिष्ट ऊष्मा = 1 cal g^{-1} $°C^{-1}$)

(1) 2.6 (2) 2

(3) 4 (4) 3.2

29. यदि एक रेफ्रिजरेटर 0°C तापमान के 100 ग्राम पानी को न्यूनतम कार्य करते हुए बर्फ में बदलता है तो इसके द्वारा वातावरण (तापमान 27°C) में छोड़ी गयी ऊष्मा का मान कैलोरी में कितना होगा (बर्फ की गुप्त ऊष्मा = 80 Cal/gram) ? उत्तर निकटतम पूर्णांक में लिखें ___ ।

30. विभिन्न प्रकार के अणुओं वाली आदर्श गैसों के लिये C_P/C_V अनुपात का मिलान कीजिये।

अणु का प्रकार	C_P/C_V
(A) एकपरमाण्विक	(I) 7/5
(B) द्विपरमाण्विक जड़ित अणु	(II) 9/7
(C) द्विपरमाण्विक अजड़ित अणु	(III) 4/3
(D) त्रिपरमाण्विक जड़ित अणु	(IV) 5/3

(1) A-IV, B-I, C-II, D-III

(2) A-IV, B-II, C-I, D-III

(3) A-III, B-IV, C-II, D-I

(4) A-II, B-III, C-I, D-IV

31. ऊष्मीय चालकता का विमिय सूत्र होता है (यहाँ K तापमान को दर्शाता है।)

(1) $MLT^{-3}K$

(2) $MLT^{-2}K$

(3) $MLT^{-2}K^{-2}$

(4) $MLT^{-3}K^{-1}$

32. जल की विशिष्ट ऊष्मा = 4200 J kg^{-1} K^{-1} तथा बर्फ की गुप्त ऊष्मा = 3.4×10^5 J kg^{-1} होती है। 0°C वाली 100g बर्फ को 25°C वाले 200 g जल में डाला जाता है। जल का तापमान 0°C पर पहुँचने पर बर्फ की लगभग कितनी मात्रा (gm में) पिघल जायेगी ?

(1) 61.7 (2) 63.8

(3) 69.3 (4) 64.6

33. एक बंद पात्र में 0.1 मोल एकपरमाण्विक आदर्श गैस 200K तापमान पर भरी हुई है। यदि 400 K तापमान पर इस गैस के 0.05 मोल को इसमें मिश्रित किया जाये तो पात्र में गैस का अंतिम साम्यावस्था तापमान (K में) लगभग होगा:-

34. दी गयी सारिणी में एक निकाय पर होने वाले ऊष्मागतिज प्रक्रियाओं की दी गयी अवस्थाओं से मेल करिये। यहाँ ΔQ निकाय को दी जाने वाली ऊष्मा, ΔW किया गया कार्य तथा ΔU निकाय की आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन दर्शाते हैं।

प्रक्रिया	**अवस्था**
(I) रूद्धोष्म	(A) $\Delta W = 0$
(II) समतापिय	(B) $\Delta Q = 0$
(III) समआयतनिक	(C) $\Delta U \neq 0, \Delta W \neq 0, \Delta Q \neq 0$
(IV) समदाबी	(D) $\Delta U = 0$

(1) I-B, II-D, III-A, IV-C

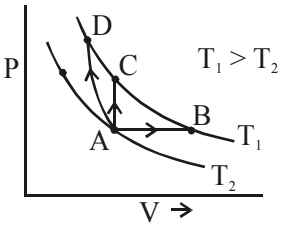
(2) I-B, II-A, III-D, IV-C

(3) I-A, II-A, III-B, IV-C

(4) I-A, II-B, III-D, IV-D

35. एक आदर्श गैस पर स्थिर तापमान पर थोड़ा सा अतिरिक्त दबाव ΔP लगाने पर इसके आयतन में होने वाला परिवर्तन उतना ही है, जब इस गैस का तापमान स्थिर दबाव पर थोड़ा सा (ΔT) कम करा जाता है। गैस के आरम्भिक तापमान व दबाव क्रमशः 300 K और 2 वायुमंडलीय दबाव (atmospheric pressure) के बराबर है। यदि $|\Delta T| = C|\Delta P|$ हो, तो C का मान (K/वायुमण्डल दाब में) होगा _____।

36. तीन विभिन्न प्रक्रियायें, जो कि एक आदर्श एकपरमाणुक गैस में घट सकती हैं, P vs V चित्र में दर्शायी गई हैं। पथों को $A \rightarrow B$, $A \rightarrow C$ एवं $A \rightarrow D$ से चिन्हित किया गया है। इन प्रक्रियाओं में हुआ आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन E_{AB}, E_{AC} एवं E_{AD} से और किया गया कार्य W_{AB}, W_{AC} एवं W_{AD} से दिया जाता है। इन प्राचलों के बीच सही सम्बन्ध है :



(1) $E_{AB} = E_{AC} = E_{AD}$, $W_{AB} > 0$, $W_{AC} = 0$, $W_{AD} > 0$

(2) $E_{AB} < E_{AC} < E_{AD}$, $W_{AB} > 0$, $W_{AC} > W_{AD}$

(3) $E_{AB} = E_{AC} < E_{AD}$, $W_{AB} > 0$, $W_{AC} = 0$, $W_{AD} < 0$

(4) $E_{AB} > E_{AC} > E_{AD}$, $W_{AB} < W_{AC} < W_{AD}$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\JeeMain-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Heat & Thermodynamics

37. 210 m/s की चाल से गतिशील एक 5 g की गोली एक लकड़ी के दृढ़ लक्ष्य से टकराती है। गोली की आधी गतिज ऊर्जा गोली में ऊष्मा के रूप में तथा बाकी आधी, लकड़ी में ऊष्मा के रूप में परिवर्तित हो जाती है। यदि गोली के पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा 0.030 cal/(g–°C) है, तो गोली के तापमान में वृद्धि का मान लगभग होगा :

(दिया है : 1 cal = 4.2×10^7 अर्ग)

(1) 83.3°C (2) 87.5°C

(3) 119.2°C (4) 38.4°C

38. T तापमान तथा 2 cm पारे की ऊँचाई के दबाव पर, 4 cm^3 आयतन में रखी एकपरमाणुक आदर्श गैस में अणुओं की संख्या लगभग क्या होगी ?

(दिया है : T तापमान पर एक अणु की औसत गतिज ऊर्जा = 4×10^{-14} erg, g = 980 cm/s^2 और पारे का घनत्व = 13.6 g/cm^3)

(1) 5.8×10^{18} (2) 5.8×10^{16}

(3) 4.0×10^{18} (4) 4.0×10^{16}

39. किसी रूद्धोष्म प्रक्रिया में एक द्विपरमाणुक गैस का घनत्व पहले का 32 गुना हो जाता है। प्रक्रिया के अंत में गैस का दबाव उसके शुरू के दबाव से n गुना पाया जाता है। n का मान होगा:

(1) 326 (2) $\frac{1}{32}$ (3) 32 (4) 128

40. दो अलग तारों की लम्बाइयाँ L_1 तथा L_2 हैं एवं उनके रेखीय ताप प्रसार गुणांक, क्रमशः α_1 तथा α_2 हैं। यदि उन तारों के सिरों को जोड़ा जाये तो प्रभावी रेखीय प्रसार ताप गुणांक होगा:

(1) $4\frac{\alpha_1\alpha_2}{\alpha_1+\alpha_2}\frac{L_2L_1}{(L_2+L_1)^2}$ (2) $2\sqrt{\alpha_1\alpha_2}$

(3) $\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}$ (4) $\frac{\alpha_1L_1+\alpha_2L_2}{L_1+L_2}$

41. नाइट्रोजन गैस 300°C तापमान पर रखी गयी है। वह तापमान (K में), जिस पर हाइड्रोजन अणु का वर्ग-माध्य-मूल (rms) वेग नाइट्रोजन अणु के वर्ग-माध्य-मूल वेग के बराबर होगा, है _____। (N_2 गैस का मोलर द्रव्यमान 28 g है।)

42. किसी आदर्श गैस के अणुओं की तीन स्थानांतरीय एवं दो घूर्णी स्वातंत्र्य कोटि हैं। गैस को तापमान T पर रखा गया है। इस गैस के एक मोल अणुओं की कुल आन्तरिक ऊर्जा U तथा $\gamma\left(=\frac{C_P}{C_v}\right)$ का मान क्रमशः होगा :

(1) $U=\frac{5}{2}RT$ तथा $\gamma=\frac{6}{5}$

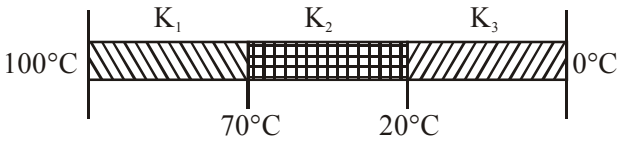
(2) $U = 5RT$ तथा $\gamma=\frac{7}{5}$

(3) $U = 5RT$ तथा $\gamma=\frac{6}{5}$

(4) $U=\frac{5}{2}RT$ तथा $\gamma=\frac{7}{5}$

43. दाब P_1 तथा तापमान 250 K पर आयतन V_1 के एक बेलन में द्विपरमाणुक अणु की एक गैस रखी गई है। यह मानते हुये कि अणुओं का वियोजन 25% है जिससे कि मोल की संख्या में परिवर्तन होता है, तब तापमान 2000 K पर $2V_1$ आयतन के एक पात्र मे दाब P_2 है। अनुपात P_2/P_1 का मान है_____।

44. समरूप लंबाई तथा अनुप्रस्थ काट की तीन छड़े, भिन्न-भिन्न पदार्थों की बनी है जिनकी उष्मा चालकतायें क्रमशः K_1, K_2, तथा K_3 हैं। इनको चित्र के अनुसार एक लंबी छड़ के रूप में जोड़ दिया गया है। इस लंबी छड़ के एक सिरे को 100°C तथा दूसरे सिरे को 0°C पर रखते है (चित्र देखिये)। साम्यावस्था में छड़ को संधियों के तापमान 70°C और 20°C हैं। यदि छड़ की सतहों से उष्मा का क्षय नही होता है, तो K_1, K_2 तथा K_3 के बीच सही सबंध होगा -



(1) $K_1 : K_3 = 2 : 3$; $K_2 : K_3 = 2 : 5$

(2) $K_1 < K_2 < K_3$

(3) $K_1 : K_2 = 5 : 2$; $K_1 : K_3 = 3 : 5$

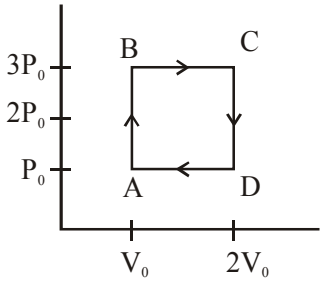
(4) $K_1 > K_2 > K_3$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main- 2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Heat & Thermodynamics

45. दाब P तथा तापमान T पर तरल गैस के किसी अणु की क्रमिक संघट्टों के बीच का माध्य काल, ताप (T) के साथ निम्नांकित में किसी सबंध के अनुसार परिवर्तित होता है?

(1) $\sqrt{T}$ (2) $\frac{1}{T}$ (3) $\frac{1}{\sqrt{T}}$ (4) T

46. एक इंजन के प्रचालन में कोईएकपरमाणुक आदर्श गैस आरेख में दशार्य गये चक्र से गुजरती है। इस इंजन की निकटस्थ दक्षता (प्रतिशत में) होगी _____ .



ALLEN

SOLUTION

1. NTA Ans. (1)

Sol. $w = \dfrac{nR(T_1 - T_2)}{\gamma - 1} = \dfrac{P_1V_1 - P_2V_2}{0.4}$

$= \dfrac{100 - \dfrac{100}{4.6555} \times 3}{0.4} = 88.90$.

2. NTA Ans. (2)

Sol. $C_{Peq} = \dfrac{n_1C_{P_1} + n_2C_{P_2}}{n_1 + n_2}$

$C_{Veq} = \dfrac{n_1C_{V_1} + n_2C_{V_2}}{n_1 + n_2}$

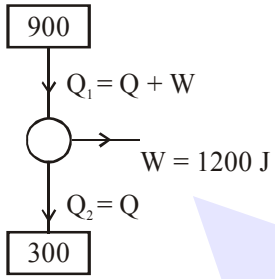
$\gamma_{eq} = \dfrac{C_{P_{eq}}}{C_{V_{eq}}} = \dfrac{2 \times \dfrac{5R}{2} + 3 \times \dfrac{8R}{2}}{2 \times \dfrac{3R}{2} + 3 \times \dfrac{6R}{2}}$

$= \dfrac{5+12}{3+9} = \dfrac{17}{12} \simeq 1.42$

Correct Answer : 2

3. NTA Ans. (600)

Sol.



for carnot engine

$\dfrac{Q_1}{Q_2} = \dfrac{T_1}{T_2}$

$\dfrac{Q + 1200}{Q} = \dfrac{900}{300}$

Q + 1200 = 3Q

Q = 600 J.

4. NTA Ans. (60)

Sol. $\gamma = \alpha_x + \alpha_y + \alpha_z$

$= 5 \times 10^{-5} + 5 \times 10^{-6} + 5 \times 10^{-6}$

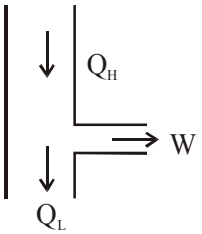
$= (50 + 5 + 5) \times 10^{-6}$

$\gamma = 60 \times 10^{-6}$

C = 60.

5. NTA Ans. (3)

Sol.



$\dfrac{Q_H}{Q_L} = \dfrac{T_1}{T}$ and $W = Q_H - Q_L$ ....(1)

$\dfrac{Q_L}{Q'_L} = \dfrac{T}{T_2}$ and $W = Q_L - Q'_L$ ....(2)

6. NTA Ans. (1)

Sol. $t \propto \dfrac{V}{\sqrt{T}}$ ....(1)

$TV^{\gamma-1}$ = constant ....(2)

$\therefore t \propto V^{\frac{\gamma+1}{2}}$

7. NTA Ans. (40)

Sol. $M \times 540 + M + 60 = 200 \times 80 + 200 \times 1 \times (40 - 0)$

$\Rightarrow M = 40$

8. NTA Ans. (4)

Sol. Mean free time = $\dfrac{\text{Mean free path}}{\text{Average speed}}$

$= \dfrac{\dfrac{1}{\sqrt{2}\pi D^2 n}}{\sqrt{\dfrac{8RT}{\pi M_w}}}$

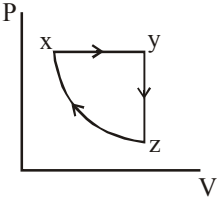
$t \propto \dfrac{1}{\sqrt{T}}$

9. NTA Ans. (4)

Sol. $x \rightarrow y \Rightarrow$ Isobaric

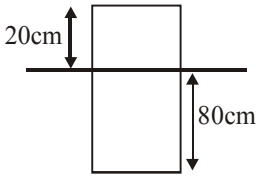
$y \rightarrow z \Rightarrow$ Isochoric

$z \rightarrow x \Rightarrow$ Isothermal



10. NTA Ans. (1)

Sol. $m = \rho_0 A\ (80)$ ....(i)



$m = \rho A\ (79)$ ....(ii)

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Heat & Thermodynamics

11. NTA Ans. (3)

Sol. Refrigerator cycle is :

$$\eta = \frac{W}{Q_+} = \frac{W}{W + Q_-}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{10}{10 + Q_-}$$

$Q_- = 90$ J

Heat absorbed from the reservoir at lower temperature is 90 J

12. NTA Ans. (2)

Sol. $$\frac{C_P}{C_V}\text{mix} = \frac{n_1 C_{P_1} + n_2 C_{P_2}}{n_1 C_{V_1} + n_2 C_{V_2}}$$

$$\frac{C_P}{C_V}\text{mix} = \frac{n \times \left(\frac{5R}{2}\right) + 2n\left(\frac{7R}{2}\right)}{n \times \frac{3R}{2} + 2n\left(\frac{5R}{2}\right)}$$

$$\frac{C_P}{C_V} = \frac{19}{13}$$

13. NTA Ans. (50)

Sol. According to table and applying law of calorimetry

$1T_1 + 2T_2 = (1 + 2)60°$ .....(1)

$= 180$

$1T_2 + 2T_3 = (1 + 2)30°$ .....(2)

$= 90$

$2T_1 + 1T_3 = (1 + 2)60$

$= 180$ .....(3)

Adding (1) + (2) + (3)

$3(T_1 + T_2 + T_3) = 450$

$T_1 + T_2 + T_3 = 150°$

Hence,

$T_1 + T_2 + T_3 = (1 + 1 + 1)\theta$

$150 = 3\theta$

$\theta = 50°C$

14. NTA Ans. (2)

Sol. Degree of freedom of a diatomic molecule if vibration is absent = 5

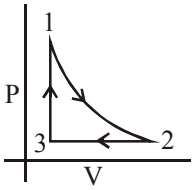
Degree of freedom of a diatomic molecule if vibration is present = 7

$$\therefore \quad C_v^A = \frac{f_A}{2}R = \frac{5}{2}R \;\&\; C_v^B = \frac{f_B}{2}R = \frac{7}{2}R$$

$$\therefore \quad \frac{C_v^A}{C_v^B} = \frac{5}{7}$$

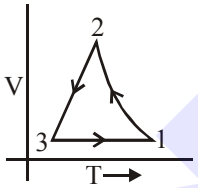
15. NTA Ans. (4)

Sol.



In process 2 to 3 pressure is constant & in process 3 to 1 volume is constant which is correct only in option 4.

Correct graph is



16. NTA Ans. (1)
ALLEN Ans. (3)

Sol. $$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\pi n_v d^2}$$

$$\tau = \frac{\lambda}{v} = \frac{1}{\sqrt{2}\pi n_v d^2 v} = \frac{1}{\sqrt{2}\pi n_v d^2}\sqrt{\frac{M}{3RT}}$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}\frac{d_2^2}{d_1^2}$$

$$= \sqrt{\frac{40}{140}}\frac{(0.1)^2}{(0.07)^2}$$

$= 1.09$

$\therefore$ Nearest possible answer (3)

17. NTA Ans. (1816.00 to 1820)

Sol. PV^γ = constant

$TV^{\gamma - 1} = C$

$$300 \times V^{\frac{7}{5}-1} = T_2\left(\frac{V}{16}\right)^{\frac{7}{5}-1}$$

$$300 \times 2^{4\times\frac{2}{5}} = T_2$$

Isobaric process

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$V_2 = kT_2$ ... (1)

$2V_2 = KT_f$ ... (2)

$$\frac{1}{2} = \frac{T_2}{T_f} \Rightarrow T_f = 2T_2$$

$$T_f = 2 \times 300 \times 2^{\frac{8}{5}} = 1818.85$$

$\therefore$ Correct answer 1819

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\JeeMain-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Heat & Thermodynamics

18. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $u = \frac{f_1 n_1 RT}{2} + \frac{f_2 n_2 RT}{2}$

$u = \frac{5}{2} \times 3RT + \frac{3 \times 5RT}{2} = 15RT$

19. Official Ans. by NTA (46)
Official Ans. by ALLEN (46 Actual 45.78)

Sol. Diatomic :
$f = 5$
$\gamma = 7/5$
$T_i = T = 273 + 20 = 293$ K
$V_i = V$
$V_f = V/10$
Adiabatic $TV^{\gamma-1} = \text{constant}$

$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$

$T.V^{7/5-1} = T_2 \left(\frac{V}{10}\right)^{7/5-1}$

$\Rightarrow T_2 = T.\ 10^{2/5}$

$\Delta U = \frac{nfR(T_2 - T_1)}{2} = \frac{5 \times 5 \times \frac{25}{3} \times (T.10^{2/5} - T)}{2}$

$= \frac{25 \times 25 \times}{6} T\ (10^{2/5} - 1)$

$= \frac{625 \times 293 \times (10^{2/5} - 1)}{6}$

$= 4.033 \times 10^3 \approx 4$kJ

20. Official Ans. by NTA (3)

Sol. $\eta = \frac{\text{Work done}}{\text{Heat supplied}}$

$\frac{1}{2} = \eta = \frac{1915 - 40 + 125 - Q}{1915 + 125}$

$\frac{1}{2} = \frac{2000 - Q}{2040} \qquad \Rightarrow 2040 = 4000 - 2Q$

$2Q = 1960$
$Q = 980$ J

21. Official Ans. by NTA (4)

Sol. The mean free path of molecules of an ideal gas is given as:

$\lambda = \frac{V}{\sqrt{2}\pi d^2 N}$

where : V = Volume of container
N = No of molecules

Hence with increasing temp since volume of container does not change (closed container), so mean free path is unchanged.

Average collision time

$= \frac{\text{mean free path}}{V_{av}} = \frac{\lambda}{(\text{avg speed of molecules})}$

$\because$ avg speed $\alpha \sqrt{T}$

$\therefore$ Avg coll. time $\alpha \frac{1}{\sqrt{T}}$

Hence with increase in temperature the average collision time decreases.

22. Official Ans. by NTA (2)

Sol. Given $\frac{\Delta L}{L} = 0.02\%$

$\therefore \Delta L = L\alpha\Delta T \Rightarrow \frac{\Delta L}{L} = \alpha\Delta T = 0.02\%$

$\therefore\ \beta = 2\alpha$ (Areal coefficient of expansion)
$\Rightarrow \beta\Delta T = 2\alpha\Delta T = 0.04\%$
Volume = Area × Length

$\text{Density}(\rho) = \frac{\text{Mass}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Mass}}{\text{Area} \times \text{Length}} = \frac{M}{AL}$

$\Rightarrow \frac{\Delta\rho}{\rho} = \cancel{\frac{\Delta M}{M}}^{0} - \frac{\Delta A}{A} - \frac{\Delta L}{L}$ (Mass remains constant)

$\Rightarrow \left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right) = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta L}{L} = \beta\Delta T + \alpha\Delta T$

$= 0.04\% + 0.02\%$
$= 0.06\%$

23. Official Ans. by NTA (2)

Sol. Bursting of helium balloon is irreversible & adiabatic.

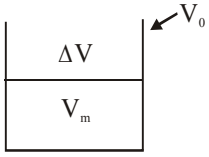
24. Official Ans. by NTA (4)

Sol. DOF = 3 + 3 = 6

$U = \frac{f}{2} nRT = 3RT$

25. Official Ans. by NTA (20)

Sol.



$\Rightarrow \boxed{\Delta V = (V_0 - V_m)}$

After increasing temperature
$\Delta V' = (V'_0 - V'_m)$
$\Delta V' = \Delta V$
$V_0 - V_m = V_0(1+\gamma_b\Delta T) - V_m\ (1+\gamma_M\Delta T)$
$V_0\gamma_b = V_m\gamma_m$

$V_m = \frac{V_0\gamma_b}{\gamma_m} = \frac{(500)(6 \times 10^{-6})}{(1.5 \times 10^{-4})}$

$= 20$ CC

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\JeeMain-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Heat & Thermodynamics

26. Official Ans. by NTA (3)

Sol. $nC_P(50) = 160$

$nC_v(100) = 240$

$$\Rightarrow \frac{C_p}{2C_v} = \frac{160}{240} = \frac{\gamma}{2}$$

$$\therefore \gamma = \frac{4}{3} \text{ and } f = \frac{2}{\gamma - 1} = 6$$

27. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $$\frac{50-40}{300} = \beta\left(\frac{50+40}{2} - 20\right)$$

$$\frac{40-T}{300} = \beta\left(\frac{40+T}{2} - 20\right)$$

$$\therefore T = \frac{100}{3}$$

28. Official Ans. by NTA (2)

Sol.

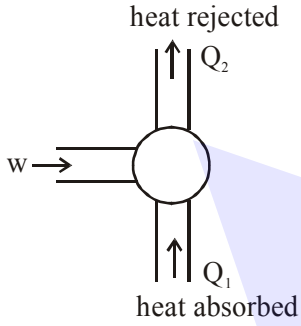
Cal	H_2O	Sterm
20gm	180gm	m
25°C	25°C	100°C

$200 \times 1 \times (31 - 25)$

$= m \times 540 + m \times 1 \times (100 - 31)$

29. Official Ans. by NTA (8791)

Sol.



$w + Q_1 = Q_2$

$w = Q_2 - Q_1$

$$C.O.P. = \frac{Q_1}{w} = \frac{Q_1}{Q_2 - Q_1} = \frac{273}{300 - 273} = \frac{Q_1}{W}$$

$$w = \frac{27}{273} \times 80 \times 100 \times 4.2$$

$Q_2 = w + \theta_1$

$$Q_2 = \frac{27}{273} \times 80 \times 100 \times 4.2 + 80 \times 100 \times 4.2$$

$$Q_2 = \frac{300}{273} \times 80 \times 100 = 8791.2 \text{ cal}$$

30. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1 + \frac{2}{f}$$

where 'f' is degree of freedom

(A) Monoatomic f = 3, $\gamma = 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$

(B) Diatomic rigid molecules,

f = 5, $\gamma = 1 + \frac{2}{3} = \frac{7}{5}$

(C) Diatomic non-rigid molecules

f = 7, $\gamma = 1 + \frac{2}{7} = \frac{9}{7}$

(D) Triatomic rigid molecules

f = 6, $\gamma = 1 + \frac{2}{6} = \frac{4}{3}$

31. Official Ans. by NTA (4)

Sol. $\because \frac{d\theta}{dt} = kA\frac{dT}{dx}$

$$k = \frac{\left(\frac{d\theta}{dt}\right)}{A\left(\frac{dT}{dx}\right)}$$

$$[k] = \frac{[ML^2T^{-3}]}{[L^2][KL^{-1}]} = [MLT^{-3}K^{-1}]$$

32. Official Ans. by NTA (1)

Sol. Here the water will provide heat for ice to melt therefore

$m_w s_w \Delta\theta = m_{ice} L_{ice}$

$$m_{ice} = \frac{0.2 \times 4200 \times 25}{3.4 \times 10^5}$$

= 0.0617 kg

= 61.7 gm

Remaining ice will remain un-melted

so correct answer is 1

33. Official Ans. by NTA (266)

Official Ans. by ALLEN (266.67)

Sol. As work done on gas and heat supplied to the gas are zero,

total internal energy of gases remain same

$u_1 + u_2 = u_1' + u_2'$

$(0.1)\ C_v\ (200) + (0.05)\ C_v\ (400) = (0.15) C_v\ T$

$$T = \frac{800}{3} k = 266.67 k$$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\JeeMain-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Heat & Thermodynamics

34. Official Ans. by NTA (1)

Sol. (I) Adiabatic process $\Rightarrow \Delta Q = 0$

No exchange of heat takes place with surroundings

(II) Isothermal proess $\Rightarrow$ Temperature remains constant ($\Delta T = 0$)

$$\Delta u = \frac{F}{2} nR\Delta T \Rightarrow \Delta u = 0$$

No change in internal energy [$\Delta u = 0$]

(III) Isochoric process Volume remains constant

$\Delta V = 0$

$$W = \int P.dV = 0$$

Hence work done is zero.

(IV) Isobaric process $\Rightarrow$ Pressure remains constant

$$W = P.\ \Delta V \neq 0$$

$$\Delta u = \frac{F}{2} nR\Delta T = \frac{F}{2}[P\Delta V] \neq 0$$

$$\Delta Q = nC_P\Delta T \neq 0$$

35. Official Ans. by NTA (150)

Sol. $PV = nRT$

$P\Delta V + V\Delta P = 0$ (for constant temp.)

$P\Delta V = nR\Delta T$ (for constant pressure)

$$\Delta T = \frac{P\Delta V}{nR}$$

$$\Delta P = -\frac{P\Delta V}{V} \quad (\Delta V \text{ is same in both cases})$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta P} = \frac{P\Delta V}{nR}\frac{V}{-P\Delta V} = \frac{-V}{nR} = -\frac{T}{P}$$

(PV = nRT)

$$\left(\frac{V}{nR} = \frac{T}{P}\right) \qquad \left|\frac{\Delta T}{\Delta P}\right| = \left|\frac{-300}{2}\right| = 150$$

36. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $\Delta U = nC_v\ \Delta T$ = same

$AB \rightarrow$ volume is increasing $\Rightarrow W > 0$

$AD \rightarrow$ volume is decreasing $\Rightarrow W < 0$

$AC \rightarrow$ volume is constant $\Rightarrow W = 0$

37. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $$\frac{1}{2}mv^2 \times \frac{1}{2} = ms\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{v^2}{4\times 5} = \frac{210^2}{4\times 30\times 4.200}$$

$= 87.5°C$

38. Official Ans. by NTA (3)

Sol. $$n = \frac{PV}{RT}, \frac{3}{2}kT = 4\times 10^{-14}$$

$$N = \frac{PV}{RT}\times Na$$

$$= \frac{2\times 13.6\times 980\times 4}{\frac{8}{3}\times 10^{-14}} = 3.99 \times 10^{18}$$

39. Official Ans. by NTA (4)

Sol. In adiabatic process

PV^γ = constant

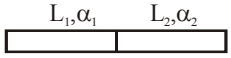
$$P\left(\frac{m}{\rho}\right)^\gamma = \text{constant}$$

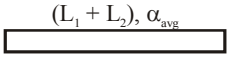
as mass is constant

$P \propto \rho^\gamma$

$$\frac{P_f}{P_i} = \left(\frac{\rho_f}{\rho_i}\right)^\gamma = (32)^{7/5} = 2^7 = 128$$

40. Official Ans. by NTA (4)

Sol. At T°C $L = L_1 + L_2$ 

At T + ΔT $L'_{eq} = L'_1 + L'_2$ 

where $L'_1 = L_1(1 + \alpha_1\Delta T)$

$$L'_2 = L_2(1 + \alpha_2\Delta T)$$

$$L'_{eq} = (L_1 + L_2)\ (1 + \alpha_{avg}\Delta T)$$

$\Rightarrow (L_1 + L_2)(1 + \alpha_{avg}\Delta T) = L_1 + L_2 + L_1\alpha_1\Delta T + L_2\alpha_2\Delta T$

$\Rightarrow (L_1 + L_2)\ \alpha_{avg} = L_1\alpha_1 + L_2\alpha_2$

$$\Rightarrow \alpha_{avg} = \frac{L_1\alpha_1 + L_2\alpha_2}{L_1 + L_2}$$

41. Official Ans. by NTA (41.00)

Official Ans. by ALLEN (40.93)

Sol. $$V_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$V_{N_2} = V_{H_2}$$

$$\sqrt{\frac{3RT_{N_2}}{M_{N_2}}} = \sqrt{\frac{3RT_{H_2}}{M_{H_2}}}$$

$$\frac{573}{28} = \frac{T_{H_2}}{2} \Rightarrow T_{H_2} = 40.928$$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\JeeMain-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Heat & Thermodynamics

42. Official Ans. by NTA (4)

Sol. Total degree of freedom = 3 + 2 = 5

$$U = \frac{nfRT}{2} \Rightarrow \frac{5RT}{2}$$

$$\gamma \Rightarrow \frac{C_P}{C_V} \Rightarrow 1 + \frac{2}{f} \Rightarrow 1 + \frac{2}{5} \Rightarrow \frac{7}{5}$$

Ans. (4)

43. Official Ans. by NTA (5.00)

Sol. PV = nRT

$P_1V_1 = nR\ 250$

$$P_2(2V_1) = \frac{5n}{4}R \times 2000$$

Divide

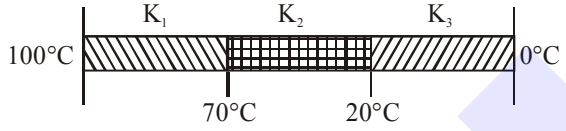
$$\frac{P_1}{2P_2} = \frac{4 \times 250}{5 \times 2000}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{5} \qquad \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 5$$

Ans. 5.00

44. Official Ans. by NTA (1)

Sol.



Rods are identical have same length (ℓ) and area of cross-section (A)

Combination are in series, so heat current is same for all Rods

$$\left(\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right)_{AB} = \left(\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right)_{BC} = \left(\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right)_{CD} = \text{Heat current}$$

$$\frac{(100-70)K_1A}{\ell} = \frac{(70-20)K_2A}{\ell} = \frac{(20-0)K_3A}{\ell}$$

$30K_1 = 50K_2 = 20K_3$

$3K_1 = 2K_3$

$$\frac{K_1}{K_3} = \frac{2}{3} = 2:3$$

$5K_2 = 2K_3$

$$\frac{K_2}{K_3} = \frac{2}{5} = 2:5$$

45. Official Ans. by NTA (3)

Sol. $v_{avg} \propto \sqrt{T}$

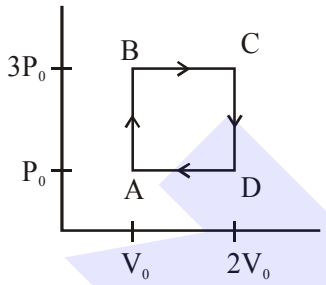
t_0 : mean time

λ : mean free path

$$t_0 = \frac{\lambda}{v_{avg}} \propto \frac{1}{\sqrt{T}}$$

46. Official Ans. by NTA (19.00)

Sol.



$W_{ABCDA} = 2P_0V_0$

$Q_{in} = Q_{AB} + Q_{BC}$

$Q_{AB} = nC(T_B - T_A)$

$$= \frac{n3R}{2}(T_B - T_A)$$

$$= \frac{3}{2}(P_BV_B - P_AV_A)$$

$$= \frac{3}{2}(3P_BV_0 = P_0V_0) = 3P_0V_0$$

$Q_{BC} = nC_P(T_C - T_B)$

$$= \frac{n5R}{2}(T_C - T_B)$$

$$= \frac{5}{2}(P_CV_C - P_BV_B)$$

$$= \frac{5}{2}(6P_0V_0 - 3P_0V_0) = \frac{15}{2}P_0V_0$$

$$\eta = \frac{W}{Q_{in}} \times 100 = \frac{2P_0V_0}{3P_0V_0 + \frac{15}{2}P_0V_0} \times 100$$

$$\eta = \frac{400}{21} = 19.04 \approx 19$$

$\eta = 19$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\JeeMain-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Heat & Thermodynamics