CBSE Class 11th Physics Important Questions Chapter 12 अणुगति सिद्धांत

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.
बॉयल का नियम लिखिए।
उत्तर:
इस नियम के अनुसार, स्थिर ताप पर किसी गैस के निश्चित द्रव्यमान का आयतन उसके दाब के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
यदि स्थिर ताप पर किसी गैस का आयतन V तथा दाब P हो, तो इस नियम के अनुसार,
$V \propto \frac{1}{\mathbf{p}}$
या $V = K.\frac{1}{\mathbf{p}}$
या $PV = K$
जहाँ K एक नियतांक है।

प्रश्न 2.
बॉयल का नियम किन शर्तों पर लागू होता है ?
उत्तर:
निम्न दाब और उच्च ताप पर।

प्रश्न 3.
चार्ल्स का नियम लिखिए।
उत्तर:
इस नियम के अनुसार, स्थिर दाब पर किसी गैस के निश्चित द्रव्यमान के ताप को 1°C बढ़ाने पर उसका आयतन 0°C के आयतन का $\frac{1}{273}$ वाँ भाग बढ़ जाता है।
मानलो स्थिर दाब पर किसी गैस के निश्चित द्रव्यमान का 0°C पर आयतन V_0 तथा t°C पर V है। अतः इस नियम के अनुसार,
$V = V_0 + \frac{V_0}{273} \times t$
या $V = V_0\left(1 + \frac{1}{273}t\right)$

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 4.
चार्ल्स के नियम की सहायता से सिद्ध कीजिए कि -273°C पर गैस का आयतन शून्य हो जाता है।
उत्तर:
चार्ल्स के नियम के अनुसार,
$V = V_0\left(1 + \frac{1}{273}t\right)$
इस सूत्र में t = -273°C रखने पर,
$V = V_0\left(1 - \frac{273}{273}\right) = V_0(1 - 1) = 0$
अत: -273°C पर किसी गैस का आयतन शून्य हो जाता है।

प्रश्न 5.
आदर्श गैस किसे कहते हैं ?
उत्तर:
जो गैस बॉयल तथा चार्ल्स के नियमों का पूर्णतः पालन करती है, उसे पूर्ण या आदर्श गैस कहते हैं। व्यवहार में ऐसी कोई गैस नहीं है जो उक्त नियमों का पूर्णतः पालन करती हो। कठिनाईपूर्वक द्रवित होने वाली गैसें, जैसे-नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन इत्यादि काफी सीमा तक दोनों नियमों का पालन करती हैं। अत: प्रयोगात्मक कार्यों के लिए इन्हें आदर्श गैस मान लिया जाता है।

प्रश्न 6.
गैसों के लिए ऐवोगेड्रो नियम क्या है ?
उत्तर:
इस नियम के अनुसार, दाब और ताप समान होने पर सभी गैसों के समान आयतन में अणुओं की संख्या समान होती है।

प्रश्न 7.
डॉल्टन के आंशिक दाब का नियम लिखिए।
उत्तर:

इस नियम के अनुसार, समान ताप पर परस्पर क्रिया न करने वाली गैसों के मिश्रण का दाब, उसकी अवयवी गैसों के दाब के योग के बराबर होता है।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 8.
ग्राह्य का विसरण नियम क्या है ?
उत्तर:
इस नियम के अनुसार, नियत दाब पर किसी गैस के विसरण की दर उसके घनत्व के वर्गमूल के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

प्रश्न 9.
परम ताप क्या है ? क्या यह ऋणात्मक भी हो सकता है ?
उत्तर:
परम ताप पैमाने या केल्विन पैमाने पर मापे गये ताप को परम ताप कहते हैं।परम ताप कभी-भी ऋणात्मक नहीं हो सकता है।

प्रश्न 10.
परम शून्य क्या है ? क्या इससे भी नीचा ताप हो सकता है ?
उत्तर:
परम शून्य वह ताप होता है जिस पर किसी गैस का आयतन शून्य होता है। इसका वास्तविक मान -273.15°C होता है।
वास्तव में, गैसों का आयतन कभी-भी शून्य नहीं हो सकता, क्योंकि उनके अणुओं का कुछ-न-कुछ आयतन तो अवश्य होगा। किसी गैस का ताप -273°C से कम नहीं हो सकता, क्योंकि इससे कम ताप होने पर उसका आयतन ऋणात्मक होगा जो सम्भव नहीं है।

प्रश्न 11.
गैस को गर्म करने पर उसका ताप क्यों बढ़ जाता है ? अणुगति सिद्धान्त के आधार पर कारण लिखिए।
उत्तर:
गैस को गर्म करने पर उसके अणुओं की गतिज ऊर्जा बढ़ जाती है। अत: उसका ताप बढ़ जाता है (क्योंकि $E \propto T$)।

प्रश्न 12.
बोल्ट्जमैन नियतांक क्या है ? इसका मान बताइए।
उत्तर:
सार्वत्रिक गैस नियतांक और ऐवोगेड्रो संख्या के अनुपात को बोल्ट्जमैन नियतांक कहते हैं।
बोल्ट्जमैन नियतांक, $k = \frac{R}{N}$
इसका मान 1.38×10^{-23} जूल/केल्विन है।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 13.
बोल्ट्जमैन नियतांक का महत्त्व क्या है ?
उत्तर:
हम जानते हैं कि गैसों के प्रति अणु की औसत गतिज ऊर्जा,
E = $\frac{3}{2}$kT
गतिज ऊर्जा E गैस का एक सूक्ष्म गुण है जबकि ताप T उसके सम्पूर्ण आयतन का एक गुण है अर्थात् ताप एक स्थूल गुण है। इन दोनों गुणों को सम्बन्धित करने वाला नियतांक बोल्ट्जमैन नियतांक k है। यही k का महत्त्व है।

प्रश्न 14.
n मोल के लिए आदर्श गैस समीकरण लिखिए।
उत्तर:
PV = RT.

प्रश्न 15.
आदर्श गैस समीकरण PV = RT से R का विमीय सूत्र प्राप्त कीजिए।
उत्तर:
PV = RT से,
R = $\frac{PV}{T}$
$\therefore$ [R]= $\left[\frac{\mathrm{ML^{-1}\,T^{-2} \times L^{3}}}{\theta}\right]$ =[$ML^2T^{-2}\theta^{-1}$]

प्रश्न 16.
समान ताप T व दाब P पर दो गैसें जिनमें से प्रत्येक का आयतन v है, मिलायी जाती हैं। यदि मिश्रण का ताप T व आयतन V हो, तो उसका दाब क्या होगा?
उत्तर:
डॉल्टन के आंशिक दाब के नियम से 2P होगा।

प्रश्न 17.
N.T.P. पर 1 सेमी^{3} H_2 और 1 सेमी^{3} 0_2 दी गई है। कारण सहित बताइए कि किसमें अणुओं की संख्या अधिक है।
उत्तर:
ऐवोगेड्रो के नियमानुसार, समान ताप व दाब पर गैसों के समान आयतन में अणुओं की संख्या समान होती है। अत: 1 सेमी हाइड्रोजन और 1 सेमी^{3} ऑक्सीजन में अणुओं की संख्या समान होगी।

प्रश्न 18.
छिद्र युक्त दीवारों से बने एक बर्तन में हाइड्रोजन और ऑक्सीजन की मात्राएँ बराबरबराबर भरी हुई हैं। बर्तन में कौन-सी गैस अधिक होगी?
उत्तर:
विसरण की दर $\propto \sqrt{\frac{1}{\rho}}$
हाइड्रोजन का घनत्व ऑक्सीजन की तुलना में कम है। अतः हाइड्रोकार्बन गैस अधिक होगी।

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.
गैस समीकरण क्या है ? इसकी स्थापना कीजिए।
उत्तर:
किसी गैस के दाब P, आयतन V और परम ताप T में सम्बन्ध दर्शाने वाले समीकरण को गैस समीकरण कहते हैं। यह निम्नानुसार है-
PV = RT
जहाँ R एक सार्वत्रिक गैस नियतांक है।
स्थापना – मानलो परम ताप T पर किसी गैस के निश्चित द्रव्यमान का दाब P तथा आयतन V हैं। यदि ताप स्थिर हो तो बॉयल के नियम से,
$V \propto \frac{1}{P}$ ...(1)
किन्तु यदि दाब P स्थिर हो तो चार्ल्स के नियम से,
$V \propto T$ ...(2)
समी. (1) और (2) से,
$V \propto \frac{T}{P}$
या V= एक नियतांक $\times \frac{T}{P}$
या $\frac{PV}{T}$ = एक नियतांक
इस नियतांक को गैस नियतांक कहते हैं। किसी गैस के एक मोल के लिए इसे R से प्रदर्शित करते हैं।
$\therefore \frac{PV}{T} = R$
या PV = RT.

प्रश्न 2.
गैसों के अणुगति सिद्धान्त के मुख्य अभिगृहीतों को लिखिए।
उत्तर:
गैसों के अणुगति सिद्धान्त के मुख्य अभिगृहीत निम्नलिखित हैं-

- प्रत्येक गैस छोटे-छोटे कणों से मिलकर बनी होती है, जिन्हें अणु कहते हैं।
- किसी गैस के अणु दृढ़, पूर्णतः प्रत्यास्थ (Perfectly elastic), गोलाकार व सभी प्रकार से एकसमान होते हैं।

https://www.evidyarthi.in/

- अणुओं का आकार अन्तराअणुक अन्तराल की तुलना में नगण्य होता है।
- ये अणु सभी सम्भव वेग से सभी सम्भव दिशाओं में अनियमित गति करते हैं।
- ये अणु बर्तन की दीवारों से टकराते रहते हैं किन्तु इन टक्करों से गैस का आयतन नहीं बदलता अर्थात् गैस के प्रति एकांक आयतन में अणुओं की संख्या स्थिर रहती है।
- दो अणुओं की टक्कर पूर्णत: प्रत्यास्थ होती है। टक्कर के समय उनके मध्य आकर्षण या प्रतिकर्षण बल नहीं लगता।
- दो अणुओं की टक्कर क्षणिक होती है अर्थात् टक्कर का समय उनके द्वारा स्वतंत्रतापूर्वक चलने में लिए गये समय की तुलना में नगण्य होता है।
- दो क्रमिक टक्करों के बीच अणु एकसमान वेग से सरल रेखा में गति करते हैं। दो क्रमिक टक्करों के बीच किसी अणु द्वारा तय की गयी दूरी को मुक्त पथ (Free path) कहते हैं। सभी अणुओं के मुक्त पथ के औसत को माध्य-मुक्त-पथ (Mean free path) कहते हैं।

प्रश्न 3.
गैस का दाब किस प्रकार उत्पन्न होता है ?
उत्तर:
जब किसी गैस को किसी बर्तन में बन्द कर दिया जाता है तो गैस के द्वारा बर्तन की दीवारों पर दाब डाला जाता है। वास्तव में, गैस के अणु अपनी अनियमित गति के दौरान बर्तन की दीवारों से टकराते रहते हैं। जब कोई अणु दीवार से टकराकर लौटता है तो उसका संवेग परिवर्तित हो जाता है। संवेग संरक्षण के नियमानुसार उतना ही संवेग दीवार से हस्तान्तरित हो जाता है। न्यूटन के गति के द्वितीय नियमानुसार, दीवार के संवेग में परिवर्तन की दर, दीवार पर लगने वाले बल के बराबर होती है। चूँकि दीवार पर असंख्य परमाणु टकराते रहते हैं। अत: दीवार पर एक स्थायी बल आरोपित होता रहता है । दीवार के प्रति एकांक क्षेत्रफल पर लगने वाला यह बल ही गैस का दाब होता है।

प्रश्न 4.
सिद्ध कीजिए कि P = $\frac{1}{3}\rho\bar{c}^2$
उत्तर:
गैसों के अणुगति सिद्धान्त से किसी गैस द्वारा आरोपित दाब,
P = $\frac{m\,\mathrm{N}\bar{c}^2}{3\,\mathrm{V}}$ ....(1)
जहाँ m = एक अणु का द्रव्यमान, N = V आयतन में उपस्थित अणुओं की संख्या तथा $\bar{c}$ = वर्ग-माध्यमूल वेग।
अब गैस का द्रव्यमान = mN = M
∴ गैस का घनत्व ρ = $\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{V}}=\frac{m\,\mathrm{N}}{\mathrm{V}}$
समी. (1) में मान रखने पर,
p = $\frac{1}{3}\rho\bar{c}^2$ यही अभीष्ट व्यंजक है।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 5.
सिद्ध कीजिए कि गैस द्वारा बर्तन की दीवार पर लगाया गया दाब, प्रति एकांक आयतन की गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2}$ का होता है।

अथवा

सिद्ध कीजिए कि P = $\frac{2}{3}$E, जहाँ संकेतों के सामान्य अर्थ हैं।
उत्तर:
गैसों के अणुगति सिद्धान्त से गैस द्वारा आरोपित दाब,
p = $\frac{m \mathrm{N} \bar{c}^{2}}{3 \mathrm{~V}}$ ...(1)
अब गैस का द्रव्यमान = mN
∴ गैस का घनत्व ρ = $\frac{m N}{\mathrm{~V}}$
समी. (1) में मान रखने पर,
p = $\frac{1}{3} \rho \bar{c}^{2}$
p = $\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2}$ρ$c^{-2}$
या p = $\frac{2}{3}$E
जहाँ E = $\frac{1}{2} \rho \bar{c}^{2}$ = प्रति एकांक आयतन की गतिज ऊर्जा।
यही सिद्ध करना था।

प्रश्न 6.
गैसों के अणुगति सिद्धान्त के आधार पर सिद्ध कीजिए कि गैस के अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा उसके परम ताप के अनुक्रमानुपाती होती है।

अथवा

सिद्ध कीजिए कि गैस के अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा
E = $\frac{3}{2}$kT
उत्तर:
गैस के अणुगति सिद्धान्त से गैस द्वारा आरोपित दाब,
P = $\frac{1}{3} \cdot \frac{m N}{V} \bar{c}^{2}$ ...(1)
समी. (1) में यदि V एक मोल का आयतन हो तो N एक मोल में उपस्थित अणुओं की संख्या अर्थात् ऐवोगैड्रो संख्या होगी।
समी. (1) से,
PV = $\frac{1}{3} m \mathrm{~N} \bar{c}^{-2}$
परन्तु गैस समीकरण से,
PV = RT
∴ $\frac{1}{3} m \mathrm{~N} \bar{c}^{-2}$ = RT

https://www.evidyarthi.in/

$\frac{1}{2}m\bar{c}^2 = \frac{3}{2}\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{N}}\mathrm{T}$
यहाँ $\frac{1}{2}m\bar{c}^{-2}$ = E = गैस के अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा तथा $\frac{R}{N}$ = k = बोल्ट्जमैन नियतांक।
$\therefore$ E = $\frac{3}{2}$kT ...(2)
समी. (2) से स्पष्ट है कि
E ∝ T.
अत: गैस के अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा उसके परम ताप के अनुक्रमानुपाती होती है।

प्रश्न 7.
गैसों के अणुगति सिद्धान्त के आधार पर परम शून्य की व्याख्या कीजिए।
उत्तर:
उपर्युक्त प्रश्न 6 की भांति सिद्ध कीजिए कि
E = $\frac{3}{2}$kT
यदि T= 0 हो, तो उपर्युक्त सूत्र से,
E = 0
अतः परम शून्य वह ताप है जिस पर अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा शून्य हो जाती है।

प्रश्न 8.
सिद्ध कीजिए कि गैस के अणुओं का वर्ग-माध्य-मूल वेग गैस के परम ताप के वर्गमूल के अनुक्रमानुपाती होता है।

अथवा
सिद्ध कीजिए कि $\bar{c} = \sqrt{\frac{3\mathbf{R}T}{\mathbf{M}}}$, जहाँ संकेतों के सामान्य अर्थ हैं।
उत्तर:
गैसों के अणुगति सिद्धान्त से गैस द्वारा आरोपित दाब,
P = $\frac{1}{3} \cdot \frac{m\,\mathrm{N}}{\mathrm{V}}\vec{c}^2$ ....(1)
जहाँ m = एक अणु का द्रव्यमान, N = V आयतन में उपस्थित अणुओं की संख्या तथा $\bar{c}$ = वर्गमाध्य-मूल वेग।
समी. (1) में यदि V एक मोल का आयतन हो, तो N उस आयतन में उपस्थित अणुओं की संख्या अर्थात् ऐवोगैड्रो संख्या होगी तथा mN ग्राम अणुभार होगा।
समी. (1) से,
PV = $\frac{1}{3}m\,\mathrm{N}\bar{c}^{-2}$
परन्तु mN = M = ग्राम अणुभार।
$\therefore$ PV= $\frac{1}{3}\mathrm{M}\bar{c}^{-2}$ ...(2)
आदर्श गैस समीकरण से,
PV= RT ...(3)
समी. (2) और (3) से,
$\frac{1}{3}m\,\mathrm{N}\bar{c}^{-2}$ = RT ...(4)

या $\bar{c}^2 = \frac{3RT}{M}$ ...(5)
या $\bar{c} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$
या $\bar{c} \propto \sqrt{T}$
अतः अणुओं का वर्ग-माध्य-मूल वेग गैस के परम ताप के वर्गमूल के अनुक्रमानुपाती होता है।

प्रश्न 9.
एक बर्तन में गैस के n अणु हैं। यदि अणु संख्या आधी कर दी जाये तो गैस दाब पर क्या प्रभाव पड़ेगा ? गैस की कुल गतिज ऊर्जा तथा वर्ग-माध्य-मूल वेग पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
उत्तर:
दाब P = $\frac{m\,N\bar{c}^2}{3\,V}$ से, P ∝ N
अतः अणुओं की संख्या आधी करने पर दाब आधी हो जायेगी।
यदि गैस की माध्य गतिज ऊर्जा E हो, तो n अणुओं की कुल गतिज ऊर्जा E_1 = nE, स्पष्ट है कि अणुओं की संख्या आधी करने पर कुल गतिज ऊर्जा आधी हो जायेगी।
वर्ग-माध्य-मूल वेग, = $\bar{c} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$
यह गैस के अणुओं की संख्या पर निर्भर नहीं करता। अतः अणुओं की संख्या आधी करने पर वर्गमाध्य-मूल वेग पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।

प्रश्न 10.
बॉयल का नियम क्या है ? अणुगति सिद्धान्त से इसे निगमित कीजिए।
उत्तर:
बॉयल का नियम – देखिए अति लघु उत्तरीय प्रश्न क्र. 1.
बॉयल के नियम का निगमन – गैसों के अणुगति सिद्धान्त के आधार पर गैस का दाब,
P = $\frac{1}{3} \times \frac{mNc^2}{V}$
या PV = $\frac{1}{3}m\,N\bar{c}^{-2}$
परन्तु mN = M = गैस का द्रव्यमान।
∴ PV = $\frac{1}{3}M\bar{c}^2$ ...(1)
परन्तु $\bar{c}^2$ ∝ T, अतः स्थिर ताप पर $\bar{c}^2$ एक नियतांक होगा। M गैस का द्रव्यमान है, यह भी एक नियत राशि है।
इसी तरह $\frac{1}{3}M\bar{c}^2$ = एक नियतांक
अतः समी. (1) से, PV = एक नियतांक यही बॉयल का नियम है।

प्रश्न 11.
चार्ल्स का नियम क्या है ? अणुगति सिद्धान्त के आधार पर इसे निगमित कीजिए।
उत्तर-चार्ल्स का नियम-नियत दाब पर किसी गैस के निश्चित द्रव्यमान का आयतन उसके परम ताप के

https://www.evidyarthi.in/

अनुक्रमानुपाती होता है, अर्थात् V ∝ T.
चार्ल्स के नियम का निगमन – गैसों के अणुगति सिद्धान्त से गैस का दाब,
p = $\frac{1}{3} \cdot \frac{mN\bar{c}^2}{V}$
या PV = $\frac{1}{3}m\,\mathrm{N}\bar{c}^{-2}$
परन्तु mN = M = गैस का द्रव्यमान।
∴ PV = $\frac{1}{3}\mathrm{M}\bar{c}^{-2}$ ...(1)
गैस का द्रव्यमान M निश्चित रहता है अतः दाब P के स्थिर रहने पर समी. (1) से,
V ∝ $\bar{c}^2$ ...(2)
परन्तु, $\bar{c}^2$ ∝ T ...(3)
समी. (2) और (3) से,
V ∝ T यही चार्ल्स का नियम है।

प्रश्न 12.
अणुगति सिद्धान्त के आधार पर डॉल्टन के आंशिक दाब के नियम का निगमन कीजिए।
उत्तर:
मानलो V आयतन का एक बन्द बर्तन है। उसमें प्रथम गैस के N_1 अणु हैं। प्रत्येक अणु का द्रव्यमान m_1 है।
अत: अणुगति सिद्धान्त से इस गैस का दाब,
$P_1 = \frac{1}{3} \cdot \frac{m_1 N_1 \bar{c}_1^2}{V}$ ....(1)
जहाँ $\bar{c}_1$ इस गैस का वर्ग-माध्य-मूल वेग है।
इसी प्रकार द्वितीय गैस का दाब, $P_2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{m_2\,\mathrm{N}_2\bar{c}_2^2}{\mathrm{V}}$ ... (2)
तथा तृतीय गैस का दाब, $P_3 = \frac{1}{3} \cdot \frac{m_3\,\mathrm{N}_3\bar{c}_3^2}{\mathrm{V}}$ ...(3)
इन गैसों को मिश्रित करने पर प्रत्येक गैस का आयतन V तथा मिश्रण का आयतन भी V होता है। किन्तु अब दाब $N_1 + N_2 + N_3$ अणुओं के दाब के तुल्य होता है।
यदि सभी गैसें समान ताप पर मिश्रित की जाती हैं तो प्रत्येक प्रकार के अणु की माध्य गतिज ऊर्जा समान होगी, अर्थात्
$\frac{1}{2}m_1\bar{c}_1^2 = \frac{1}{2}m_2\bar{c}_2^2 = \frac{1}{2}m_3\bar{c}_3^2$ =E (मानलो) ...(4)
अत: समी. (1), (2), (3) व (4) से,

$$P_1 = \frac{2}{3}\cdot\frac{N_1E}{V}, P_2 = \frac{2}{3}\cdot\frac{N_2E}{V}, P_3 = \frac{2}{3}\cdot\frac{N_3E}{V}$$

इस प्रकार मिश्रित गैस का दाब अर्थात् N अणुओं का दाब,
P = $\frac{2}{3} \cdot \frac{\mathrm{NE}}{\mathrm{V}}$
जहाँ $N = N_1 + N_2 + N_3$

∴ $$P = \frac{2}{3}\cdot\frac{(N_1 + N_2 + N_3)}{V}E$$

या $$P = \frac{2}{3}\cdot\frac{N_1E}{V} + \frac{2}{3}\cdot\frac{N_2E}{V} + \frac{2}{3}\cdot\frac{N_3E}{V} = P_1 + P_2 + P_3$$

इसी प्रकार सिद्ध किया जा सकता है कि
$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + ...$ अत: समान ताप पर पारस्परिक क्रिया न करने वाली गैसों को मिश्रित करने पर मिश्रण का दाब उसके अवयवी गैसों के दाब के योग के तुल्य होता है।
यही डॉल्टन का आंशिक दाब का नियम है।

प्रश्न 13.
एक बर्तन में दो विभिन्न गैसों का मिश्रण भरा हुआ है। कारण सहित बताइये कि-
(i) क्या दोनों गैसों की प्रति अणु औसत गतिज ऊर्जाएँ समान हैं ?
(ii) क्या अणुओं के वर्ग-माध्य-मूल वेग समान हैं ?
(iii) क्या दाब समान होंगे?
उत्तर:
(i) हाँ, क्योंकि प्रति अणु औसत गतिज ऊर्जा $E = \frac{3}{2}kT$ ऊर्जा ताप T पर निर्भर करती है।
(ii) नहीं, क्योंकि $\bar{c} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$, $\bar{c}$
अणुभार M व ताप T पर निर्भर करता है।
(iii) दाब के बारे में कुछ नहीं कहा जा सकता क्योंकि गैसों के द्रव्यमान का उल्लेख नहीं है।

प्रश्न 14.
ऊर्जा के समविभाजन का नियम लिखिए।
उत्तर:
इस नियम के अनुसार, किसी निकाय के तापीय संतुलन की स्थिति में, ऊर्जा समान रूप से सभी संभव ऊर्जा रूपों में विभाजित होती है, अर्थात् प्रत्येक स्थानांतरीय एवं घूर्णी स्वातंत्र्य कोटि से संबंधित ऊर्जा का मान $\frac{1}{2}kT$ होता है।

प्रश्न 15.
स्वतंत्रता की कोटियाँ किसे कहते हैं ? समझाइए।
उत्तर:
किसी गतिक निकाय की स्थिति एवं उसके कणों के अभिविन्यास को पूर्ण रूप से प्रदर्शित करने के लिए आवश्यक निर्देशांकों की कुल संख्या को स्वतंत्रता की कोटि (Degrees of freedom) कहते हैं। यदि कोई कण एक सीधी रेखा में गति कर रहा है, तो इस कण की स्वतंत्रता की कोटि एक होगी। यदि कण किसी समतल में गतिशील है, तो स्वतंत्रता की कोटि दो होगी।

माना कोई निकाय N कणों से मिलकर बना है, इस निकाय के लिए स्वतंत्रता की कोटियाँ निम्न होंगी-
$f = 3N - K$

https://www.evidyarthi.in/

जहाँ ‘K’ निकाय के कणों के मध्य स्वतंत्र संबंधों की संख्या है।
द्विपरमाणुक गैस के लिए N = 2, K = 1
अतः f = 3 × 2 – 1 = 5.

प्रश्न 16.
एकपरमाणुक गैस के लिए गैसों की विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात ज्ञात कीजिए।
उत्तर:
चूँकि हम जानते हैं कि एकपरमाणुक गैस जैसे- He, Ar आदि की स्वतंत्रता की कोटि 3 होती है किन्तु ऊर्जा के समविभाजन नियम के अनुसार प्रत्येक स्वतंत्रता की कोटि से संबद्ध
ऊर्जा = $3 \times \frac{1}{2}kT = \frac{3}{2}kT$
गैस के 1 मोल से संबद्ध कुल ऊर्जा
$U = n\frac{3}{2}kT$
जहाँ n, गैस के 1 मोल में अणुओं की संख्या है। ...(1)
किन्तु बोल्ट्जमैन नियतांक $k = \frac{R}{n}$ जहाँ पर R गैस नियतांक है।
nk = R
अतः समी. (1) में nk = R रखने पर,
$U = \frac{3}{2}RT$

$$C_v = \frac{dU}{dT} = \frac{d}{dT}\left(\frac{3}{2}RT\right) = \frac{dU}{dT} = \frac{3}{2}R$$

किन्तु
किन्तु मेयर के सूत्र से,
$C_p - C_v = R$
या $C_p = R + C_v$
लेकिन $C_v \frac{3}{2}R$
$C_p = R + \frac{3}{2}R = \frac{5}{2}R$
चूँकि हम जानते हैं कि गैस की विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात

$$\nu = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R}$$

अतः $\nu = \frac{5}{3} = 1.67$.

प्रश्न 17.
द्विपरमाणुक गैसों की विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात ज्ञात कीजिए।
उत्तर:
हल – द्विपरमाणुक गैसें जैसे – हाइड्रोजन, ऑक्सीजन इत्यादि की स्वतंत्रता की कोटि 5 होती है। ऊर्जा के

https://www.evidyarthi.in/

समविभाजन नियम के अनुसार प्रत्येक कोटि से सम्बद्ध ऊर्जा $\frac{1}{2}$ kT होती है।
अत: एक अणु से सम्बद्ध ऊर्जा U = $\frac{5}{2}$nkT
किन्तु nk = R
$\therefore$ U = $\frac{5}{2}$RT

चूँकि $C_v = \frac{dU}{dT} = \frac{d}{dT}\left(\frac{5}{2}RT\right) = \frac{5}{2}R$

एवं $C_p = C_v + R = \frac{5}{2}R + R = \frac{7}{2}R$

$$\therefore \quad \gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{7}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{7}{5}$$

या γ = 1.40

प्रश्न 18.
त्रि-परमाणुक गैस की विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात ज्ञात कीजिए।
उत्तर:
त्रि-परमाणुक गैस जैसे – CO_2 H_2S इत्यादि की स्वतंत्रता की कोटियाँ 6 होती हैं। तब गैस के मोल से सम्बद्ध कुल ऊर्जा
U = $\frac{6}{2}$ ηkT
या = $\frac{6}{2}$ RT
चूँकि C_v= $\frac{dU}{d\pi} = \frac{d}{dT}\left(\frac{6}{2}RT\right)$ = 3R
$C_P = C_v + R$
C_P = 3R + R = 4R
$\therefore$ γ = $\frac{C_p}{C_v} = \frac{4R}{3R}$
या γ = $\frac{4}{3}$ = 1.33

evidyarthi