CBSE Class 11th Physics Important Questions Chapter 10 द्रव्य के तापीय गुण

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.
बर्फ छूने पर ठण्डा क्यों लगता है ?
उत्तर:
इसका कारण है कि बर्फ का ताप हमारे शरीर के ताप से कम होता है अत: बर्फ को छूने पर हमारे . हाथ से ऊष्मा बर्फ में जाती है जिससे वह ठण्डी प्रतीत होती है।

प्रश्न 2.
ताप किसे कहते हैं ?
उत्तर:
किसी वस्तु का ताप उसकी गर्माहट अथवा ठंडेपन की माप है अथवा अन्य शब्दों में किसी वस्तु का ताप वह भौतिक राशि है जिससे दो वस्तुओं को संपर्क में रखने पर उसमें ऊष्मा के प्रवाह की दिशा का ज्ञान होता है।

प्रश्न 3.
कैलोरी की परिभाषा लिखिए।
उत्तर:

एक ग्राम शुद्ध पानी का ताप 14.5°C से 15.5°C तक बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को एक कैलोरी कहते हैं।

evidyarthi

प्रश्न 4.
तापमापन के भिन्न पैमाने कौन से हैं ? इनमें सम्बन्ध लिखिए।
उत्तर:
ताप नापने के निम्न पैमाने हैं-

1. सेण्टीग्रेड या सेल्सियस पैमाना,
2. फॉरेनहाइट पैमाना,
3. केल्विन पैमाना,
4. रियूमर पैमाना।

इनमें निम्नलिखित संबंध हैं- $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{R}{4} = \frac{K-273}{5}$

प्रश्न 5.
आदर्श गैस मापक्रम क्या है ?
उत्तर:
आदर्श गैस मापक्रम वह ताप मापक्रम है जिसका शून्य वह ताप है जिस पर गैस का दाब शून्य होता है तथा जिसके 1 डिग्री का मान 1°C के बराबर होता है।

प्रश्न 6.
परमशून्य ताप क्या है ? उसका वास्तविक मान बताइये।
उत्तर:
वह ताप जिस पर गैस का आयतन तथा दाब शून्य होता है, परमताप कहलाता है। इसका मान – 273.15 °C होता है।

प्रश्न 7.
क्या कारण है कि टेलीफोन के तार कसकर नहीं लगाये जाते?
उत्तर:
टेलीफोन के तार कसकर इसलिये नहीं लगाये जाते हैं जिससे कि वे ठण्ड के दिनों में सिकुड़कर टूट न जायें।

प्रश्न 8.
परमताप पैमाने पर शुद्ध जल का हिमांक तथा क्वथनांक लिखिए।
उत्तर:
परमताप पैमाने पर शुद्ध जल का हिमांक 273 K तथा शुद्ध जल का क्वथनांक 373 K होता है।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 9.
उबलते पानी की बजाय उसी ताप की भाप से जलना अधिक कष्टदायक होता है, क्यों ?
उत्तर:
इसका कारण यह है कि 100°C की 1 ग्राम भाप, 100°C के 1 ग्राम पानी की तुलना में शरीर को लगभग 540 कैलोरी अधिक ऊष्मा प्रदान करती है।

प्रश्न 10.
रेखीय प्रसार गुणांक का सूत्र एवं परिभाषा लिखिए। इसका मात्रक क्या है ?
उत्तर:

$$\text{रेखीय प्रसार गुणांक } \alpha = \frac{\text{लंबाई में वृद्धि } \Delta L}{\text{प्रारंभिक लंबाई } L \times \text{ ताप में वृद्धि } \Delta t}$$

यदि L = 1 मीटर, Δt = 1°C तो α = ΔL
अत: 1 मीटर लंबी छड़ का ताप 1°C बढ़ाने पर उसकी लंबाई में जितनी वृद्धि होती है, उसे छड़ के पदार्थ का रेखीय प्रसार गुणांक कहते हैं। रेखीय प्रसार गुणांक का मात्रक प्रति °C है।

प्रश्न 11.
गैस की स्थिर दाब पर विशिष्ट ऊष्मा C_P, स्थिर आयतन पर विशिष्ट ऊष्मा C_vसे अधिक होती है, क्यों?
उत्तर:
क्योंकि स्थिर दाब पर दी गयी ऊष्मा का कुछ भाग उसका आयतन बढ़ाने से दाब के विरुद्ध कार्य करने में भी व्यय होता है।

प्रश्न 12.
क्षेत्रीय प्रसार गुणांक का सूत्र एवं परिभाषा लिखिए। इसका मात्रक क्या है ?
क्षेत्रफल में वृद्धि AA
उत्तर:

$$\text{क्षेत्रीय प्रसार गुणांक } \beta = \frac{\text{क्षेत्रफल में वृद्धि } \Delta A}{\text{प्रारंभिक क्षेत्रफल } A \times \text{ ताप में वृद्धि } \Delta t}$$

यदि A = 1 मीटर ^{2}, Δt = 1°C तो β = ΔA
अतः एकांक क्षेत्रफल की चादर का ताप 1°C बढ़ाने पर क्षेत्रफल में जितनी वृद्धि होती है, उसे उस चादर के पदार्थ का क्षेत्रीय प्रसार गुणांक कहते हैं। इसका मात्रक प्रति °C है।

प्रश्न 13.
आयतन प्रसार गुणांक का सूत्र एवं परिभाषा लिखिए। इसका मात्रक लिखिए।
उत्तर:

$$\text{आयतन प्रसार गुणांक } \gamma = \frac{\text{आयतन में वृद्धि } \Delta V}{\text{प्रारंभिक आयतन } V \times \text{ ताप में वृद्धि } \Delta t}$$

https://www.evidyarthi.in/

यदि V = 1 मीटर^3, Δt = 1°C तो γ = ΔV
अत: एकांक आयतन के ठोस पदार्थ का ताप 1°C बढ़ाने पर उसके आयतन में जितनी वृद्धि होती है, उसे ... उस ठोस पदार्थ का आयतन प्रसार गुणांक कहते हैं। इसका मात्रक प्रति °C है।

प्रश्न 14.
समुद्र के पास के स्थानों की जलवायु, मैदानों की अपेक्षा वर्ष भर एकसमान क्यों रहती है ?
उत्तर:
जल की विशिष्ट ऊष्मा, मिट्टी की विशिष्ट ऊष्मा की अपेक्षा अधिक होती है। इसलिए जल, मिट्टी की अपेक्षा देर में गर्म होता है तथा देर में ठण्डा होता है, यही कारण है कि समुद्र के पास के स्थानों की जलवायु, मैदानों की अपेक्षा वर्ष भर एकसमान रहती है।

प्रश्न 15.
आण्विक विशिष्ट ऊष्मा को परिभाषित करके उनके SI मात्रक लिखिए।
उत्तर:
गैस की दो विशिष्ट ऊष्माएँ होती हैं

1. नियत आयतन पर विशिष्ट ऊष्मा – ऊष्मा की वह मात्रा है जो नियत आयतन पर 1 मोल गैस का ताप 1°C बढ़ाती है।
2. नियत दाब पर गैस की विशिष्ट ऊष्मा – ऊष्मा की वह मात्रा जो नियत दाब पर 1 मोल गैस का ताप 1°C बढ़ाती है।
   इनका SI मात्रक जूल / मोल / °C है।

प्रश्न 16.
गलन की गुप्त ऊष्मा से क्या तात्पर्य है ?
उत्तर:
किसी ठोस के एकांक द्रव्यमान को निश्चित ताप पर उसी ताप के द्रव में बदलने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को ठोस के गलन की गुप्त ऊष्मा कहते हैं। इसका मात्रक कैलोरी / ग्राम है।

प्रश्न 17.
वाष्पन की गुप्त ऊष्मा से क्या तात्पर्य है ?
उत्तर:
किसी द्रव के एकांक द्रव्यमान को नियत ताप पर उसी ताप की भाप में बदलने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को द्रव के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा कहते हैं। इसका मात्रक कैलोरी/ग्राम है।

प्रश्न 18.
तापमापी का मूल सिद्धान्त क्या है ?

https://www.evidyarthi.in/

उत्तर:
किसी वस्तु का कोई भी ऐसा गुण जो ताप पर निर्भर करता है, तापमापन में प्रयुक्त किया जा सकता है।

प्रश्न 19.
द्रव तथा गैस तापमापी में कौन अधिक सुग्राही होता है और क्यों ?
उत्तर:
गैस तापमापी अधिक सुग्राही होता है क्योंकि ताप में निश्चित परिवर्तन के लिए गैसों का प्रसार द्रवों की अपेक्षा बहुत अधिक होता है।

प्रश्न 20.
धातुओं और मिश्र धातुओं में किनके ऊष्मीय प्रसार गुणांक अधिक होते हैं ?
उत्तर:
मिश्र धातुओं की अपेक्षा, धातुओं के ऊष्मीय प्रसार गुणांक अधिक होते हैं।

प्रश्न 21.
क्या ऊष्मीय प्रसार गुणांक का मान सदैव धनात्मक ही होता है ?
उत्तर:
नहीं, धातुओं और मिश्र धातुओं के लिए इसका मान धनात्मक होता है, अर्द्धचालकों तथा कुचालकों के लिए इसका मान ऋणात्मक होता है।

प्रश्न 22.
धातु की एक प्लेट में एक छिद्र है। प्लेट को गर्म करने पर छिद्र के आकार पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
उत्तर:
प्लेट को गर्म करने पर छिद्र का आकार बढ़ जायेगा।

प्रश्न 23.
एक झील का ऊपर का पानी जम गया है। इसके सम्पर्क में स्थित वायु का ताप-15°C है। झील के जल का ताप क्या होगा-
(i) झील में जमी बर्फ के निचले पृष्ठ के सम्पर्क में
(ii) झील की तली में।
उत्तर:
(i) झील में जमी बर्फ के निचले पृष्ठ के सम्पर्क में जल का ताप 0°C होगा।
(ii) झील की तली में जल का ताप 4°C होगा।

प्रश्न 24.
पेण्डुलम वाली घड़ियों के पेण्डुलम इन्वार (Invar) मिश्रधातु के क्यों बनाये जाते हैं ?

https://www.evidyarthi.in/

उत्तर:
इन्वार मिश्रधातु का ऊष्मीय प्रसार गुणांक बहुत ही कम होता है अत: मौसम बदलने पर इन्वार के बने पेण्डुलम की लंबाई लगभग अपरिवर्तित रहती है, जिससे घड़ी शुद्ध समय देती रहती है।

प्रश्न 25.
दो एक जैसे पारे के तापमापियों में एक का बल्ब गोलकार है तथा दूसरे का बेलनाकार। ताप परिवर्तन का प्रभाव किस पर पहले पड़ेगा?
उत्तर:
दिये हुए आयतन के लिए गोलाकार पृष्ठ का क्षेत्रफल न्यूनतम होता है, अत: बेलनाकार आकृति के बल्ब वाले तापमापी पर ताप परिवर्तन का प्रभाव पहले पड़ेगा, क्योंकि इसके पृष्ठ का क्षेत्रफल अधिक होने के कारण यह पहले तापीय साम्य अवस्था में आयेगा।

प्रश्न 26.
धोबी की प्रेस की तली धातु की मोटी तथा भारी होती है, क्यों ?
उत्तर:
धातु ऊष्मा की सुचालक होती है, तली मोटी और भारी होने के कारण उसकी ऊष्माधारिता अधिक होती है। अतः प्रेस अधिक समय तक गर्म बनी रहती है।

प्रश्न 27.
अवस्था परिवर्तन के समय वस्तु को दी गई ऊष्मा किसमें व्यय होती है ?
उत्तर:
अवस्था परिवर्तन के समय वस्तु को दी गई ऊष्मा वस्तु के अणुओं की अन्तर-आण्विक स्थितिज ऊर्जा में व्यय होती है।

प्रश्न 28.
रोगियों की सिंकाई के लिए गर्म पानी की बोतल का ही प्रयोग क्यों किया जाता है ?
उत्तर:
क्योंकि पानी की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होती है अतः इसके ठण्डे होने की दर कम होती है और यह अन्य वस्तुओं की अपेक्षा अधिक ऊष्मा देता है।

प्रश्न 29.
0°C के जल की अपेक्षा 0°C की बर्फ अधिक ठण्डी प्रतीत होती है, क्यों?
उत्तर:
बर्फ के गलने के समय, गलने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा हमारे शरीर से ही ली जाती है, अत: 0°C के जल की अपेक्षा 0°C की बर्फ अधिक ठण्डी प्रतीत होती है।

https://www.evidyarthi.in/

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.
सिद्ध कीजिए कि क्षेत्रीय प्रसार गुणांक, रेखीय प्रसार गुणांक का दोगुना होता है।
उत्तर:
माना किसी पदार्थ के एक वर्गाकार समतल की प्रत्येक भुजा की लंबाई l है। उसके ताप को ΔT से बढ़ाने पर उसकी प्रत्येक भुजा की लंबाई (l + Δl) हो जाती है।
अतः प्रारंभिक क्षेत्रफल $A = l^2$
एवं अन्तिम क्षेत्रफल $(A + \Delta A) = (l + \Delta l)^2$
∴ क्षेत्रफल में वृद्धि $A + \Delta A - A = (l + \Delta l)^2 - l^2$
∴ $\Delta A = l^2 + \Delta l^2 + 2l\,\Delta l - l^2 = 2l\Delta l + \Delta l^2$
Δl छोटी राशि है। अत: Δl^2 का मान बहुत कम होगा अतः इसकी उपेक्षा करने पर,
$\Delta A = 2l\,\Delta l$
∴ क्षेत्रीय प्रसार गुणांक $\beta = \frac{\Delta A}{A \cdot \Delta T}$
∴ $\beta = \frac{2l \cdot \Delta l}{l^2 \cdot \Delta T} = 2 \cdot \frac{\Delta l}{l \cdot \Delta T} = 2\alpha.$
अर्थात् क्षेत्रीय प्रसार गुणांक, रेखीय प्रसार गुणांक का दो गुना होता है।

प्रश्न 2.
सिद्ध कीजिए कि आयतन प्रसार गुणांक, रेखीय प्रसार गुणांक का तिगुना होता है।
उत्तर:
माना किसी पदार्थ के एक घन की प्रत्येक भुजा की लंबाई l है। उसके ताप को ΔT से बढ़ाने पर उसकी भुजा की लंबाई (l + Δl) हो जाती है।
अतः घन का प्रारंभिक आयतन $V = l^3$

घन का अंतिम आयतन $V + \Delta V = (l + \Delta l)^3$
अत: आयतन में वृद्धि $\Delta V = (l + \Delta l)^3 - l^3$
$= l^3 + 3l^2\Delta l + 3l.\Delta l^2 + \Delta l^3 - l^3$
या $\Delta V = 3l^2\Delta l + 3l\Delta l^2 + \Delta l^3$
Δl छोटी राशि है अतः इसकी उच्च घातों की उपेक्षा करने पर आयतन में वृद्धि
$\Delta V = 3l^2\Delta l$

https://www.evidyarthi.in/

अब आयतन प्रसार गुणांक $\gamma = \frac{\Delta V}{V \cdot \Delta T} = \frac{3l^2 \Delta l}{l^3 \cdot \Delta T}$

या $\gamma = 3.\frac{\Delta l}{l \cdot \Delta T}$

अतः सिद्ध होता है कि आयतन प्रसार गुणांक रेखीय प्रसार गुणांक का तिगुना होता है।

प्रश्न 3.

ऊष्माधारिता तथा विशिष्ट ऊष्मा में अंतर लिखिए।

उत्तर:

ऊष्माधारिता तथा विशिष्ट ऊष्मा में अंतर-

ऊष्माधारिता	विशिष्ट ऊष्मा
1. किसी पदार्थ के ताप को 1°C या (1K) बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को उस पदार्थ की ऊष्माधारिता कहते हैं।	1. किसी पदार्थ के एकांक द्रव्यमान के ताप को 1°C या (IK) बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा को उस पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा कहते हैं।
2. इसका SI मात्रक जूल/केल्विन है।	2. इसका SI मात्रक जूल/किग्रा/केल्विन है।
3. इसका विमीय सूत्र $[M^1L^2T^{-2}\theta^{-1}]$ है।	3. इसका विमीय सूत्र $[M^0L^2T^{-2}\theta^{-1}]$ है।

प्रश्न 4.

जल की विशिष्ट ऊष्मा का मान लिखिए तथा जल की विशिष्ट ऊष्मा के दैनिक जीवन में तीन उपयोग (या लाभ) लिखिए।

उत्तर:

जल की विशिष्ट ऊष्मा 1 कैलोरी/ग्राम °C या 4.18×10^3 जूल/किग्रा °C है। जल की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होने के निम्न तीन लाभ हैं-

- रोगी की सिंकाई गर्म जल की बोतलों से की जाती है क्योंकि इसमें ऊष्मा की बहुत अधिक मात्रा निहित रहती है जिससे यह देर से ठण्डा और देर से गर्म होता है।
- मशीनों की गरमी दूर करने के लिए उनके चारों ओर पाइपों में ठण्डा जल प्रवाहित करते हैं जिससे जल बहुत अधिक ऊष्मा ले लेता है और मशीन बहुत अधिक गरम नहीं हो पाती है।
- ठण्डे देशों में फलों के रस तथा शराब को जमने से बचाने के लिए उन्हें बोतलों में भरकर पानी में डुबाकर रखा जाता है जिससे कि फलों का रस तथा शराब का ताप अधिक नहीं गिर पाता है।

https://www.evidyarthi.in/

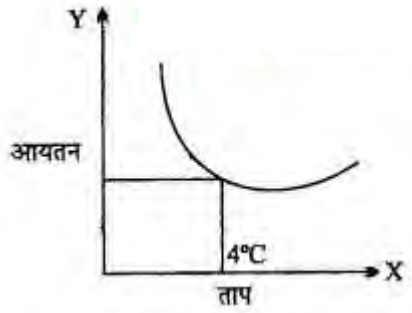
प्रश्न 5.
कैलोरीमिति में मिश्रण विधि के सिद्धान्त को समझाइए।
उत्तर:
जब भिन्न-भिन्न ताप पर रखी दो वस्तुएँ एक-दूसरे के सम्पर्क में लायी जाती हैं या मिलायी जाती हैं तो ऊष्मा अधिक ताप वाली वस्तु से कम ताप वाली वस्तु की ओर तब तक जाती है जब तक कि दोनों वस्तुओं का ताप समान न हो जाये। यदि ऊष्मा क्षय नगण्य हो, तो
गर्म वस्तु द्वारा दी गयी ऊष्मा = ठण्डी वस्तु द्वारा ली गयी ऊष्मा।
माना दो वस्तुएँ A तथा B के द्रव्यमान क्रमशः m_1 तथा m_2 हैं और ताप क्रमशः t_1°C एवं t_2°C हैं ($t_1 > t_2$)।
उन्हें मिलाने पर यदि मिश्रण का ताप t°C हो जाता है, तो
वस्तु A द्वारा दी गयी ऊष्मा = m_1S_1 x ताप में कमी = $m_1S_1 (t_1 - t)$
वस्तु B द्वारा ली गयी ऊष्मा = m_2S_2 x ताप में वृद्धि = $m_2S_2 (t - t_2)$
अब मिश्रण के सिद्धांत से,
वस्तु A द्वारा दी गयी ऊष्मा = वस्तु B द्वारा ली गयी ऊष्मा
$\therefore m_1S_1 (t_1 - t) = m_2S_2(t - t_2)$.

प्रश्न 6.
ऊष्मा तथा ताप में अंतर स्पष्ट कीजिए।
उत्तर:
ऊष्मा तथा ताप में अंतर-

ऊष्मा	ताप
1. ऊष्मा एक प्रकार की ऊर्जा है जो पदार्थ के अणुओं के गति से प्राप्त होती है।	1. ताप वह भौतिक राशि है जो दो वस्तुओं को सम्पर्क में रखने पर और ऊष्मा प्रवाह की दिशा बताती है।
2. इसका व्यावहारिक मात्रक कैलोरी है।	2. इसका व्यावहारिक मात्रक °C है।
3. किसी वस्तु में निहित ऊष्मा उसके ताप, द्रव्यमान तथा प्रकृति पर निर्भर करती है।	3. किसी वस्तु का ताप उसमें निहित ऊष्मा पर निर्भर करता है।
4. इसका मापन कैलोरीमिति के सिद्धांत से करते हैं।	4. इसका मापन तापमापी द्वारा करते हैं।
5. यह अदिश राशि है।	5. यह भी अदिश राशि है।
6. दो वस्तुओं में ऊष्मा समान किन्तु ताप भिन्न हो सकते हैं।	6. दो वस्तुओं के ताप समान किन्तु ऊष्मा भिन्न हो सकती हैं।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 7.
पानी के विलक्षण प्रसार से आप क्या समझते हैं ?
उत्तर:
प्रायः सभी द्रवों का आयतन गर्म करने पर बढ़ता है, परन्तु पानी 0°C से 4°C तक गर्म करने पर आयतन में घटता है तथा 4°C के पश्चात् गर्म करने पर पुनः बढ़ने लगता है। इसी प्रकार पानी को कमरे के ताप पर लेकर ठण्डा करें तो उसका आयतन 4°C ताप तक घटता है किन्तु 4°C के नीचे ठण्डा करने पर बढ़ता है। स्पष्ट है कि 4°C पर पानी का घनत्व अधिकतम होता है। पानी के इस प्रकार के प्रसार को विलक्षण प्रसार कहते हैं।



पानी के इस विलक्षण प्रसार के कारण जाड़े के दिनों में (या ठण्डे प्रदेशों में) अधिक ठण्ड के कारण समुद्र, झील या तालाब की सतहें तो बर्फ से ढंक जाती हैं परन्तु 4°C के पानी का घनत्व अधिकतम् होने से तली का पानी 4°C ताप पर ही बना रहता है, जिससे पानी के सभी जीव-जन्तु उसमें जीवित बने रहते हैं।

प्रश्न 8.
बादलों वाली रात, स्वच्छ आकाश वाली रात की अपेक्षा गर्म होती है, क्यों?
उत्तर:
बादलों वाली रात, स्वच्छ आकाश वाली रात की अपेक्षा गर्म होती है। इसका कारण यह है कि दिन में सूर्य की गर्मी से पृथ्वी गर्म हो जाती है और रात में पृथ्वी विकिरण द्वारा ऊष्मा उत्सर्जित करके ठण्डी हो जाती है। आकाश स्वच्छ रहने पर पृथ्वी से उत्सर्जित ऊष्मा आकाश में शीघ्रता से चली जाती है जिससे वायुमंडलीय ताप कम हो जाता है और हमें ठण्ड महसूस होती है। लेकिन बादलों से घिरे आकाश की रात में पृथ्वी से उत्सर्जित ऊष्मा आकाश में नहीं जा पाती है, बल्कि बादलों से परावर्तित होकर पृथ्वी पर वापस लौट आती है (क्योंकि बादल ऊष्मा के कुचालक हैं) जिससे बादलों वाली रात गर्म महसूस होती है।

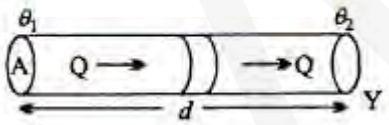
प्रश्न 9.
ताप की परिवर्ती तथा स्थायी दशा में अन्तर लिखिए।
उत्तर:
ताप की परिवर्ती तथा स्थायी दशा में अन्तर-

परिवर्ती दशा	स्थायी दशा

https://www.evidyarthi.in/

1. जब सुचालक छड़ के एक सिरे को गर्म किया जाता है तो उसके प्रत्येक भाग का ताप धीरे-धीरे बढ़ने लगता है, इसे ताप की परिवर्ती दशा कहते हैं।	1. सुचालक छड़ के एक सिरे को गर्म किया जाता है तो उसके प्रत्येक भाग का ताप धीरे-धीरे बढ़ने लगता है और एक स्थिति ऐसी आती है जबकि ताप बढ़ना रुक जाता है, इसे ताप की स्थायी दशा कहते हैं।
2. इस दशा में छड़ के प्रत्येक भाग द्वारा ऊष्मा का अवशोषण होता है।	2. इस दशा में छड़ के किसी भी भाग द्वारा ऊष्मा का अवशोषण नहीं होता है।
3. इस दशा में ऊष्मा प्रवाह की दर छड़ की ऊष्मा चालकता तथा उसकी ऊष्माधारिता पर निर्भर करती है।	3. इस दशा में ऊष्मा प्रवाह की दर छड़ की ऊष्मा चालकता उसकी ऊष्माधारिता पर नहीं।

प्रश्न 10.
ताप की स्थायी दशा में किसी छड़ में गमन करने वाली ऊष्मा की मात्रा हेतु व्यंजक प्रतिपादित कीजिए।
उत्तर:
ताप की स्थायी दशा में किसी छड़ के एक फलक से दूसरे फलक की ओर प्रवाहित होने वाली ऊष्मा की मात्रा Q निम्न बातों पर निर्भर करती है-
(1) छड़ के फलक के क्षेत्रफल A के अनुक्रमानुपाती होती है। अर्थात् $Q \propto A$.
(2) छड़ के फलकों के तापान्तर $(\theta_1 - \theta_2)$ के अनुक्रमानुपाती होती है।
अर्थात् $Q \propto (\theta_1 - \theta_2)$.
(3) गर्म किये जाने वाले समय t के अनुक्रमानुपाती होती है। अर्थात्
$Q \propto t$.
(4) दोनों फलकों के बीच की दूरी (छड़ की लंबाई) d के व्युत्क्रमानुपाती होती है-



अर्थात् $Q \propto \frac{1}{d}$.
इन सबको मिलाकर लिखने पर,
$Q \propto \frac{A(\theta_1-\theta_2)t}{d}$
या $Q = \frac{KA(\theta_1-\theta_2)t}{d}$
जहाँ K = नियतांक है जिसे छड़ के पदार्थ का ऊष्मा चालकता गुणांक कहते हैं।

प्रश्न 11.
ऊष्मीय विकिरण और प्रकाश विकिरण में तीन समानताएँ और तीन असमानताएँ लिखिए।
उत्तर:
समानताएँ-

https://www.evidyarthi.in/

1. दोनों निर्वात में गमन कर सकते हैं।
2. दोनों का वेग समान (3×10^8 मी./ सेकण्ड) होता है।
3. दोनों में परावर्तन, अपवर्तन, व्यतिकरण, विवर्तन, ध्रुवण आदि की घटनाएं होती हैं।

असमानताएँ-

1. प्रकाश का तरंगदैर्ध्य कम (4×10^{-5} सेमी से 8×10^{-5}सेमी) होता है जबकि ऊष्मीय विकिरण का तरंगदैर्घ्य अधिक (8×10^{-5}सेमी से 0.04 सेमी) होता है।
2. प्रकाश, विद्युत्-चुम्बकीय वर्णक्रम के दृश्य क्षेत्र में होता है जबकि ऊष्मीय विकिरण विद्युत्-चुंबकीय क्षेत्र के अदृश्य क्षेत्र में होता है।
3. प्रकाश में ऊष्मीय प्रभाव नगण्य होता है जबकि ऊष्मीय विकिरण में अधिक प्रकाश प्रभाव होता है।

प्रश्न 12.
उत्सर्जन क्षमता तथा अवशोषण क्षमता की परिभाषा लिखिए।
उत्तर:
उत्सर्जन क्षमता – किसी वस्तु के एकांक क्षेत्रफल से प्रति सेकण्ड उत्सर्जित होने वाले ऊष्मीय विकिरण की मात्रा को उस वस्तु की उत्सर्जन क्षमता कहते हैं। इसे e से व्यक्त करते हैं।
यदि वस्तु के पृष्ठ का क्षेत्रफल A हो तथा : सेकण्ड में उससे उत्सर्जित ऊष्मीय विकिरण की मात्रा Q हो
तो वस्तु की उत्सर्जन क्षमता $e = \frac{Q}{A \times t}$
SI में उत्सर्जन क्षमता का मात्रक जूल/मीटर^2 × सेकण्ड या वाट/मीटर^2 है।

अवशोषण क्षमता – किसी वस्तु द्वारा निश्चित समय में अवशोषित ऊष्मा विकिरण की मात्रा और उतने ही समय में उस पर आपतित ऊष्मा विकिरण की मात्रा के अनुपात को उस वस्तु की अवशोषण क्षमता कहते हैं।

यदि वस्तु पर आपतित ऊष्मा विकिरण की मात्रा Q तथा उसके द्वारा अवशोषित ऊष्मा विकिरण की मात्रा q हो, तो
वस्तु की अवशोषण क्षमता $a = \frac{q}{Q}$

प्रश्न 13.
स्टीफन-बोल्ट्जमैन के नियम से न्यूटन के शीतलन नियम का सूत्र स्थापित कीजिए।
उत्तर:
माना कि गर्म कृष्ण पिण्ड का पैरमताप T तथा वातावरण का परमताप T_0 है तो इसका तापान्तर $t = (T - T_0)$ होगा जो अत्यन्त कम है।
स्टीफन के नियमानुसार तप्त पिण्ड के पृष्ठ के इकाई क्षेत्रफल से प्रति सेकण्ड विकिरित होने वाली ऊष्मीय ऊर्जा
$E = \sigma(T^4 - T_0^4)$
$E = \sigma(T + t)^4 - T_0^4]$

https://www.evidyarthi.in/

या $E = \sigma T_0^4 \left[\left(1+\frac{t}{T_0}\right)^4 - 1\right]$

द्विपद प्रमेय से लगभग प्रसार करने पर,

$E = \sigma T_0^4 \left(1+\frac{4t}{T_0} - 1\right)$

या $E = 4\sigma T_0^3 t$.

∵ T_0 व σ नियतांक हैं

अत: $E \propto t$.

अर्थात् तप्त पिण्ड से ऊष्मीय ऊर्जा के उत्सर्जन की दर, पिण्ड तथा वातावरण के तापान्तर के अनुक्रमानुपाती होती है जो कि न्यूटन का शीतलन नियम है।

प्रश्न 14.

किसी धातु की छड़ का ऊष्मा चालकता गुणांक ज्ञात करने का सूत्र लिखिए। इसके आधार पर ऊष्मा चालकता गुणांक की परिभाषा, मात्रक एवं विमीय सूत्र स्थापित कीजिए।

उत्तर:

माना किसी छड़ का अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल A, फलकों के बीच की दूरी (अर्थात् लंबाई) तथा गर्म सिरे का ताप θ_1°C एवं ठण्डे सिरे का ताप θ_2°C है। स्थायी अवस्था में छड़ से ऊष्मा चालन की दर

$\frac{Q}{t} = \frac{KA(\theta_1-\theta_2)}{l}$

या $Q = \frac{KA(\theta_1-\theta_2)t}{l}$

या ऊष्मा चालकता गुणांक $K = \frac{QI}{A(\theta_1-\theta_2)t}$

यदि A = 1 मीटर^2 $\theta_1 - \theta_2$ 1°C, l = 1 मीटर तथा t = 1 सेकण्ड हो, तो Q = K.

अतः किसी पदार्थ का ऊष्मा चालकता गुणांक, ऊष्मा की वह मात्रा है जो उस पदार्थ की बनी एकांक लंबाई की छड़ में जिसके परिच्छेद का क्षेत्रफल एकांक हो, प्रति सेकण्ड एक सिरे से दूसरे सिरे की ओर प्रवाहित होती है, जबकि इन सिरों का तापान्तर 1°C हो।

SI में इसका मात्रक जूल/मीटर °C सेकण्ड है।

K का विमीय सत्र = $\frac{[M^1\ L^2\ T^{-2}][L]}{[L^2][\theta][T]}$

= $[M^1L^1T^{-3}\theta^{-1}]$

प्रश्न 15.

ऊष्मीय प्रतिरोध से आप क्या समझते हैं ? इसका सूत्र स्थापित कीजिए तथा SI में इसका मात्रक लिखिए।

उत्तर:

स्थायी अवस्था में किसी सुचालक छड़ से ऊष्मा प्रवाह में छड़ द्वारा डाली गयी रुकावट को उस छड़ का ऊष्मीय प्रतिरोध कहते हैं।

माना l लंबाई तथा A अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल की छड़ के गर्म सिरे का ताप θ^1°C तथा ठण्डे सिरे का ताप θ^2°C है तो स्थायी अवस्था में छड़ से ऊष्मा प्रवाह की दर

https://www.evidyarthi.in/

$\frac{Q}{t} = \frac{\mathrm{KA}(\theta_1 - \theta_2)}{l}$

जहाँ K= छड़ के पदार्थ का ऊष्मा चालकता गुणांक है।

या तापान्तर ($\theta^1 - \theta^2$) = $\frac{l}{\mathrm{KA}}$ × ऊष्मा प्रवाह की दर $\left(\frac{Q}{t}\right)$

इस समीकरण की ओम के नियम V = R.I या

विभवान्तर = प्रतिरोध × धारा (या आवेश प्रवाह की दर) से तुलना करने पर, यदि तापान्तर ($\theta_1 - \theta_2$) को विभवान्तर V के तुल्य मानें तथा ऊष्मा प्रवाह की दर $\left(\frac{Q}{t}\right)$ को आवेश प्रवाह की दर या धारा I के तुल्य मानें तो राशि l/KA को प्रतिरोध R के तुल्य माना जा सकता है। अत: राशि l/KA को ऊष्मीय प्रतिरोध कहते हैं।

अतः

ऊष्मीय प्रतिरोध R = $\frac{l}{KA} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{(Q/t)}$

ऊष्मीय प्रतिरोध का SI मात्रक °C × सेकण्ड / जूल है।

प्रश्न 16.

न्यूटन का शीतलन नियम लिखिए। इसके आधार पर शीतलन दर और वातावरण के ताप में सम्बन्ध दर्शाने वाला व्यंजक ज्ञात कीजिए। इस नियम के लागू होने की शर्ते लिखिए।

उत्तर:

न्यूटन के शीतलन नियम के अनुसार – समान अवस्था रहने पर विकिरण द्वारा किसी वस्तु के ठण्डे होने की दर (अर्थात् ऊष्मा क्षय की दर) उस क्षण वस्तु और आसपास के वातावरण के तापान्तर के अनुक्रमानुपाती होती है (जबकि तापान्तर बहुत अधिक न हो)।

अर्थात् शीतलन दर ∝ तापान्तर

यदि किसी वस्तु का प्रारंभिक ताप θ^1°C है तथा t सेकण्ड नाद उसका ताप θ^2°C है तो वस्तु के ठण्डे होने की दर = $\left(\frac{\theta_1 - \theta_2}{t}\right)$

तथा वस्तु का माध्य ताप = $\left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right)^{\circ}\mathrm{C}$

अब यदि वस्तु के चारों ओर वातावरण का ताप θ°C है तो वस्तु के माध्य ताप तथा वातावरण के ताप में अन्तर = $\left[\frac{(\theta_1 + \theta_2)}{2}\right] - \theta$

∴ न्यूटन के शीतलन नियम से,

$\frac{\theta_1 - \theta_2}{t} \propto \left[\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta\right]$

न्यूटन का शीतलन नियम लागू होने की शर्ते-

1. वस्तु तथा उसके समीपवर्ती वातावरण का तापान्तर अधिक नहीं होना चाहिए।
2. वस्तु से ऊष्मा क्षय केवल विकिरण द्वारा होना चाहिये।

https://www.evidyarthi.in/