Chapter 15
ऊष्मा संचरण

ऊष्मीय ऊर्जा उच्च ताप वाले पिण्ड से निम्न ताप वाले पिण्ड की ओर संचरित होती है। एक पिण्ड से दूसरे पिण्ड तक ऊष्मा संचरण निम्न तीन विधाओं में सम्भव है।

चालन, संवहन एवं विकिरण

चालन (Conduction)

ऊष्मा संचरण की वह विधि जिसमें कण अपना स्थान छोड़े बिना दूसरे कण को ऊष्मा स्थानांतरित कर देते है; चालन कहलाती है।

(1) ऊष्मा गर्म सिरे से ठण्डे सिरे की ओर प्रवाहित होती है। माध्यम के कण दोलन करते है पर अपने स्थान को नहीं छोड़ते।

Fig. 15.1

(2) चालन के लिए माध्यम आवश्यक है।

(3) यह एक धीमी प्रक्रिया है।

(4) जिस माध्यम से ऊष्मा प्रवाहित होती है उसका ताप बढ़ जाता है।

(5) चालन पदार्थ की सभी अवस्थाओं में संभव है।

(6) जब द्रव और गैस को ऊपर से गर्म किया जाता है तो इनमें ऊपर से नीचे की ओर ऊष्मा संचरण होता है।

(7) ठोसों में केवल चालन संभव है।

(8) अधात्विक ठोसों तथा तरलों में चालन अणुओं के कम्पन के कारण होता है अतः वे दुर्बल चालक होते हैं।

(9) धात्विक ठोसों में मुक्त इलेक्ट्रॉन ऊष्मीय ऊर्जा ले जाते हैं अतः वे ऊष्मा के अच्छे चालक होते हैं।

धात्विक छड़ में चालन (Conduction in Metallic Rod)

जब धात्विक छड़ का एक सिरा गर्म किया जाता है तो ऊष्मा चालन गर्म सिरे से ठण्डे सिरे की ओर होता है।

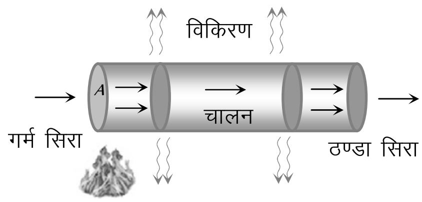


Fig. 15.2

(1) **परिवर्ती अवस्था :** इस दशा में छड़ के प्रत्येक अनुप्रस्थ काट का ताप बढ़ता रहता है

चालन प्रक्रिया में छड़ का प्रत्येक अनुप्रस्थ काट के द्वारा प्राप्त ऊष्मा तीन प्रकार से उपयोग में लायी जाती है

(i) इस ऊष्मा का एक भाग अनुप्रस्थ काट स्वयं अवशोषित कर लेता है

(ii) कुछ भाग वायुमण्डल में संवहन व विकिरण द्वारा चला जाता है।

(iii) शेष अगले अनुप्रस्थ काट को चालन द्वारा दे दी जाती है।

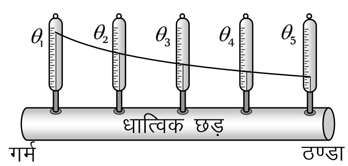


Fig. 15.3

- $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3 > \theta_4 > \theta_5$
- $\theta \rightarrow$ बदलता है

(2) **स्थायी अवस्था :** कुछ समय पश्चात् ऐसी स्थिति आ जाती है जब छड़ के प्रत्येक अनुप्रस्थ काट का ताप नियत हो जाता है। इस दशा में छड़ द्वारा कोई ऊष्मा अवशोषित नहीं होती। किसी भी अनुप्रस्थ काट द्वारा अवशोषित ऊष्मा अगले अनुप्रस्थ काट को संचरित हो जाती है परन्तु ऊष्मा का थोड़ा सा भाग पार्श्व से वातावरण को संवहन व विकिरण द्वारा चला जाता है। छड़ की यह अवस्था, स्थायी अवस्था कहलाती है।

(3) **समतापीय पृष्ठ :** किसी चालक में कोई भी सतह जिस पर उपस्थित सभी बिन्दु समान ताप पर हों, समतापीय पृष्ठ कहलाती है। ठोस में किसी भी बिन्दु पर ऊष्मा प्रवाह की दिशा उस बिन्दु से जाने वाली समतापीय पृष्ठ के लम्बवत् होती है।

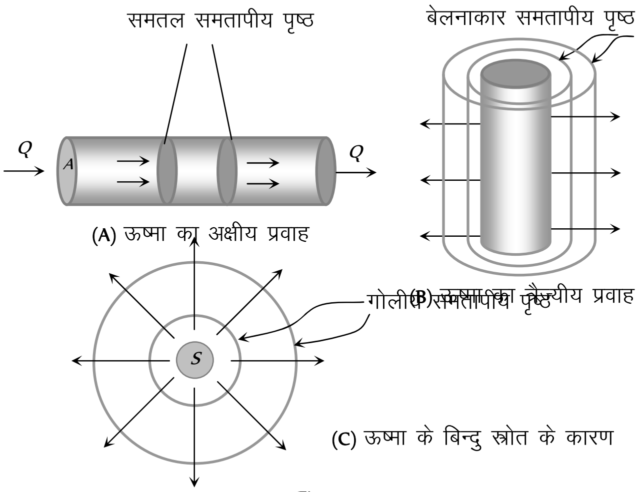


Fig. 15.4

(4) **ताप प्रवणता** (T.G.) **:** दो समतापीय पृष्ठों के मध्य दूरी के सापेक्ष ताप परिवर्तन की दर, ताप प्रवणता कहलाती है। अतः

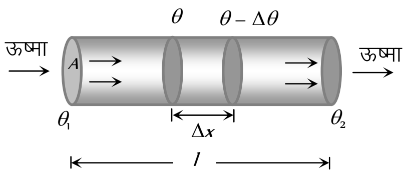


Fig. 15.5

(i) ताप प्रवणता = $\frac{-\Delta\theta}{\Delta x}$

(ii) ऋणात्मक चिन्ह दर्शाता है कि दूरी x बढ़ने पर θ घटता है।

(iii) एकसमान ताप पतन के लिए $\frac{\theta_1-\theta_2}{l}=\frac{\Delta\theta}{\Delta x}$

(iv) इकाई : K/m (S.I.) तथा विमा : $[L^{-1}\theta]$

(5) **ऊष्मा चालकता का नियम :** माना एक चालक छड़ की लम्बाई l, अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A, तथा दो सतहों के तापक्रम θ_1 व θ_2 हैं। छड़ का वक्रीय भाग कुचालक पदार्थ से ढक देते हैं जिससे ऊष्मा का क्षय न हो

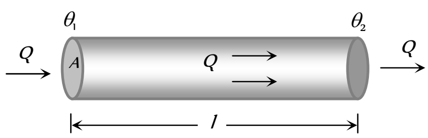


Fig. 15.6

(i) स्थायी अवस्था में छड़ के एक सिरे से दूसरे सिरे तक t समय में प्रवाहित ऊष्मा $Q=\frac{KA(\theta_1-\theta_2)t}{l}$

जहाँ K = छड़ के पदार्थ का ऊष्मा चालकता गुणांक।

(ii) ऊष्मा प्रवाह की दर अर्थात् ऊष्मीय धारा $\frac{Q}{t}=H=\frac{KA(\theta_1-\theta_2)}{l}$

(iii) परिवर्तीय अवस्था में सामान्य समीकरण $\frac{dQ}{dt}=-KA\frac{d\theta}{dx}$

(6) ***K* के बारे में अन्य जानकारियाँ :** यह पदार्थ से ऊष्मा चालन की क्षमता का मापन करता है।

(i) इकाई : $Cal/cm\text{-}sec\,^\circ C$ (C.G.S. में), $kcal/m\text{-}sec\text{-}K$ (M.K.S. में) एवं $W/m\text{-}K$ (in S.I. में) विमा : $[MLT^{-3}\theta^{-1}]$

(ii) K का परिमाण छड़ के पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है।

(iii) वे पदार्थ जिससे ऊष्मा आसानी व शीघ्रता से प्रवाहित होती है, ऊष्मा के सुचालक कहलाते हैं। इनकी ऊष्मा चालकता अधिक होती हैं क्योंकि इनमें मुक्त इलेक्ट्रॉन अधिक संख्या में होते हैं। उदाहरण चाँदी, पीतल इत्यादि। अच्छे चालकों के लिए $K=\infty$

(iv) वे पदार्थ जिससे ऊष्मा प्रवाह आसानी से नहीं होता ऊष्मा के कुचालक कहलाते हैं। इनकी ऊष्मा चालकता कम होती है क्योंकि इनमें मुक्त इलेक्ट्रॉन अल्प मात्रा में होते हैं। उदाहरण : काँच, लकड़ी। अच्छे कुचालकों के लिए $K=0$

(v) ताप बढ़ाने पर शुद्ध धातुओं की ऊष्मा चालकता घटती है जबकि मिश्र धातुओं का ताप बढ़ाने पर ऊष्मा चालकता बढ़ती है।

(vi) मानव शरीर ऊष्मा का दुर्बल चालक परन्तु विद्युत का सुचालक है।

(vii) **चालकता का घटता क्रम :** कुछ विशेष स्थितियों में यह क्रम निम्न है

(a) $K_{Ag}>K_{Cu}>K_{Al}$

(b) $K_{\text{ठोस}}>K_{\text{द्रव}}>K_{\text{गैस}}$

(c) $K_{\text{धातु}}>K_{\text{अधातु}}$

Table 15.1 : कुछ पदार्थों की ऊष्मीय चालकता

पदार्थ	ऊष्मीय चालकता (*W/m-K*)	पदार्थ	ऊष्मीय चालकता (*W/m-K*)
एल्युमीनियम	240	कंक्रीट	0.9
तांबा	400	जल	0.6
सोना	300	काँच की ऊन	0.04
लोहा	80	वायु	0.024
लैड	35	हीलियम	0.14
काँच	0.9	हाइड्रोजन	0.17
लकड़ी	0.1-0.2	ऑक्सीजन	0.024

(7) **ताप प्रवणता एवं ऊष्मीय चालकता में सम्बन्ध :** स्थायी अवस्था में ऊष्मीय प्रवाह की दर $\frac{dQ}{dt}=-KA\frac{d\theta}{dx}$ = – KA × ताप प्रवणता

$\Rightarrow$ **ताप प्रवणता** $\propto \frac{1}{K}$ ($\frac{dQ}{dt}$ = नियत)

स्थायी दशा में ठण्डे व गर्म सिरे के मध्य तापांतर K के व्युत्क्रमानुपाती होता है अर्थात् सुचालक पदार्थ में गर्म व ठण्डे सिरों के मध्य तापांतर कम होता है।

आदर्श चालक में $K=\infty$, स्थायी दशा में तापांतर शून्य होगा।

(8) **ऊष्मीय प्रतिरोध** (*R*) **:** किसी पिण्ड द्वारा ऊष्मा प्रवाह का विरोध ऊष्मीय प्रतिरोध कहलाता है।

यह तापान्तर व ऊष्मीय धारा (ऊष्मा प्रवाह की दर) के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है।

(i) अतः $R = \frac{\theta_1 - \theta_2}{H} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{KA(\theta_1 - \theta_2)/l} = \frac{l}{KA}$

(ii) इकाई : $^oC \times sec/cal$ या $K \times sec/kcal$ तथा विमा : $[M^{-1}L^{-2}T^3\theta]$

(9) **वीड्मैन फ्रैंज नियम** (Wiedmann-Franz law) **:** दिये गये ताप T पर, ऊष्मा चालकता व विद्युत चालकता का अनुपात एक नियत राशि होता है अर्थात् $(K/\sigma T)$ = नियतांक। अतः वे पदार्थ जो ऊष्मा के सुचालक होते हैं (जैसे-चाँदी) विद्युत के भी सुचालक होते हैं। अभ्रक उपरोक्त नियम का अपवाद है।

(10) **तापमापीय चालकता या विसरणशीलता :** समय के सापेक्ष ताप परिवर्तन की दर की माप जबकि पिण्ड परिवर्ती अवस्था में हो तापमापीय चालकता या विसरणशीलता कहलाती है।

विसरणशीलता, ऊष्माचालकता गुणांक व प्रति एकांक आयतन ऊष्माधारिता के अनुपात के रूप में परिभाषित की जाती है।

प्रति एकांक आयतन ऊष्माधारिता = $\frac{mc}{V} = \rho c$

(ρ पदार्थ का घनत्व) $\Rightarrow$ विसरणशीलता (D) = $\frac{K}{\rho c}$

इकाई : *m*/*sec* तथा विमा : $[L^2T^{-1}]$

Table 15.2 : ऊष्मीय चालन व वैद्युत चालन की तुलना

वैद्युत चालकता	ऊष्मीय चालकता
वैद्युत आवेश उच्च विभव से निम्न विभव की ओर प्रवाहित होता है।	ऊष्मा उच्च ताप से निम्न ताप की ओर प्रवाहित होती है।
आवेश प्रवाह की दर वैद्युत धारा कहलाती है। अर्थात् $I = \frac{dq}{dt}$	ऊष्मा प्रवाह की दर ऊष्मीय धारा कहलाती है। अर्थात् $H = \frac{dQ}{dt}$
वैद्युत धारा व विभवान्तर के मध्य संबंध ओम के नियम से दिया जाता है। जिसके अनुसार $I = \frac{V_1 - V_2}{R}$ जहाँ R चालक का वैद्युत प्रतिरोध कहलाता है।	इसी प्रकार, ऊष्मीय धारा, तापांतर से संबंधित की जा सकती है। अर्थात् $H = \frac{\theta_1 - \theta_2}{R}$ जहाँ R चालक का ऊष्मीय प्रतिरोध कहलाता है।
वैद्युत प्रतिरोध सूत्र $R = \frac{\rho l}{A} = \frac{l}{\sigma A}$ द्वारा दिया जाता है। जहाँ ρ = प्रतिरोधकता तथा σ = वैद्युत चालकता $\frac{dq}{dt} = I = \frac{V_1 - V_2}{R} = \frac{\sigma A}{l}(V_1 - V_2)$	ऊष्मीय प्रतिरोध सूत्र $R = \frac{l}{KA}$ द्वारा दिया जाता है। जहाँ K = चालक की ऊष्मीय चालकता $\frac{dQ}{dt} = H = \frac{\theta_1 - \theta_2}{R} = \frac{KA}{l}(\theta_1 - \theta_2)$

दैनिक जीवन में ऊष्मीय चालकता के अनुप्रयोग (Applications of Conductivity in Daily Life)

(i) खाना पकाने के बर्तनों में लकड़ी के हत्थे लगाये जाते हैं क्योंकि लकड़ी ऊष्मा की कुचालक है। लकड़ी के हत्थे से गर्म बर्तन उठाने में हमारे हाथ नहीं जलते।

Fig. 15.7

(ii) फर के कोट (Fur coat) में हमें गर्मी का अनुभव होता है क्योंकि फर में घिरी वायु ऊष्मा की कुचालक होती है जो शरीर की ऊष्मा को बाहर नहीं जाने देती।

(iii) एस्किमों बर्फ की सिल्लियों से दोहरी दीवार के मकान बनाते हैं क्योंकि दीवारों के मध्य वायु घर के अंदर से ठण्डे वातावरण की ओर ऊष्मा प्रवाह रोकती है।

इसी कारण दो पतले कम्बल संयुक्त मोटाई के मोटे कम्बल की अपेक्षा गर्म होते हैं क्योंकि पतले कम्बलों के मध्य वायु की पतली पर्त बन जाती है।

Fig. 15.8

(iv) फ्लास्क या बीकर को गर्म करते समय बुन्सन बर्नर की लौ पर तार की पतली जाली रख दी जाती है ताकि लौ जाली के ऊपर न जा पाये व फ्लास्क व लौ के मध्य सीधा सम्पर्क न हो। तार की जाली ऊष्मा की सुचालक होती है जो लौ से ऊष्मा लेकर फ्लास्क को दे देती है।

Fig. 15.9

डेवी का सेफ्टी लैंप भी इसी सिद्धांत पर कार्य करता है। खदानों के अंदर गैसें लैम्प की लौ के ऊपर रखी जाली के अंदर जलती हैं। जाली के बाहर ताप अधिक नहीं होता व सुंरग में उपस्थित गैस आग नहीं पकड़ती।

(v) सर्दियों में पक्षी अपने पंख फुलाकर बैठते हैं। ऐसा करने से उनके शरीर व पंखों के मध्य वायु की पर्त बन जाती है, जो कि शरीर से वातावरण में ऊष्मा का प्रवाह रोकती है।

धात्विक छड़ों का संयोजन (Combination of Metallic Rods)

(1) **Js.kh la;kstu :** माना n छड़ें, प्रत्येक का अनुप्रस्थ काट A तथा लम्बाईयाँ क्रमशः $l_1, l_2, l_3, ... l_n$ तथा ऊष्मा चालकताऐं क्रमशः $K_1, K_2, K_3 ...... K_n$ श्रेणीक्रम में जोड़ी जाती हैं

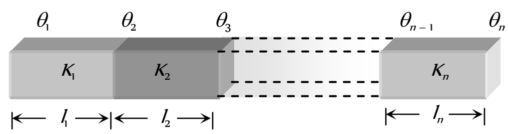


Fig. 15.10

(i) **ऊष्मीय धारा :** सभी चालकों में समान ऊष्मीय धारा प्रवाहित होगी $\frac{Q}{t} = H_1 = H_2 = H_3 .... = H_n$

$$\frac{K_1A(\theta_1 - \theta_2)}{l_1} = \frac{K_2A(\theta_2 - \theta_3)}{l_2} ... = \frac{K_nA(\theta_{n-1} - \theta_n)}{l_n}$$

(ii) **तुल्य ऊष्मीय प्रतिरोध :** $R = R_1 + R_2 + ... R_n$

(iii) **तुल्य ऊष्मीय चालकता** : इसकी गणना निम्न प्रकार की जा सकती है

$R_S = R_1 + R_2 + R_3 + ...$ से,

$$\frac{l_1 + l_2 + ... l_n}{K_s} = \frac{l_1}{K_1 A} + \frac{l_2}{K_2 A} + ... + \frac{l_n}{K_n A}$$

$$\Rightarrow K_s = \frac{l_1 + l_2 + ... l_n}{\frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2} + ... \frac{l_n}{K_n}}$$

(a) समान लम्बाई की n छड़ों के लिए $K_s = \dfrac{n}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + ... \frac{1}{K_n}}$

(b) समान लम्बाई की दो छड़ों के लिए $K_s = \dfrac{2K_1K_2}{K_1 + K_2}$

(iv) **संयुक्त छड़ की उभयनिष्ठ सतह पर ताप** : माना दो छड़ें चित्रानुसार श्रेणी क्रम में जुड़ी हैं।

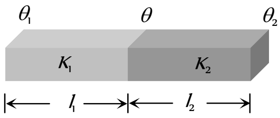


Fig. 15.11

तब दोनों छड़ों से प्रवाहित ऊष्मीय धारा समान होगी

अर्थात् $\dfrac{Q}{t} = \dfrac{K_1 A(\theta_1 - \theta)}{l_1} = \dfrac{K_2 A(\theta - \theta_2)}{l_2}$

हल करने पर, $\theta = \dfrac{\frac{K_1}{l_1}\theta_1 + \frac{K_2}{l_2}\theta_2}{\frac{K_1}{l_1} + \frac{K_2}{l_2}}$

(a) यदि $l_1 = l_2$ तब $\theta = \dfrac{K_1\theta_1 + K_2\theta_2}{K_1 + K_2}$

(b) यदि $K_1 = K_2$ एवं $l_1 = l_2$ तब $\theta = \dfrac{\theta_1 + \theta_2}{2}$

(2) **समांतर संयोजन** : माना n छड़ें, प्रत्येक की लम्बाई l, अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल क्रमशः $A_1, A_2, A_3, ... A_n$ तथा ऊष्मा चालकताऐं क्रमशः $K_1, K_2, K_3, ... K_n$ समान्तर क्रम में संयोजित हैं।

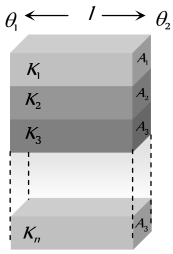


Fig. 15.12

(i) **तुल्य प्रतिरोध** : $\dfrac{1}{R_s} = \dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3} + ... \dfrac{1}{R_n}$

दो छड़ों के लिए $R_s = \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

(ii) **ताप प्रवणता** : प्रत्येक छड़ के लिए समान

(iii) **ऊष्मीय धारा** : प्रत्येक छड़ में ऊष्मीय धारा भिन्न-भिन्न होती है। कुल ऊष्मीय धारा पृथक-पृथक छड़ों से प्रवाहित धारा के योग के तुल्य होती है। अर्थात् $H = H_1 + H_2 + H_3 + ... H_n$

$$\frac{K(A_1 + A_2 + ... + A_n)(\theta_1 - \theta_2)}{l}$$

$$= \frac{K_1 A_1(\theta_1 - \theta_2)}{l} + \frac{K_2 A_2(\theta_1 - \theta_2)}{l} + ... + \frac{K_n A_n(\theta_1 - \theta_2)}{l}$$

$$\Rightarrow K = \frac{K_1 A_1 + K_2 A_2 + K_3 A_3 + ... K_n A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + ... A_n}$$

(a) समान अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल की n छड़ों के लिए

$$K = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + ... K_n}{n}$$

(b) समान क्षेत्रफल की दो छड़ों के लिए $K = \dfrac{K_1 + K_2}{2}$

इंगेन हॉज का प्रयोग (Ingen-Hauz Experiment)

इस प्रयोग में विभिन्न धातुओं की ऊष्मीय चालकताओं की तुलना की जाती है। यदि l_1, l_2 एवं l_3 छड़ पर लगी मोम की पिघली लम्बाईयाँ हों तो उनकी ऊष्मीय चालकताओं का अनुपात $K_1 : K_2 : K_3 = l_1^2 : l_2^2 : l_3^2$

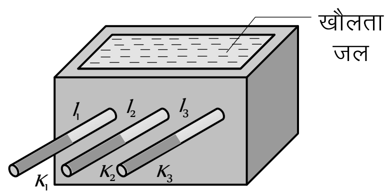


Fig. 15.13

$\Rightarrow$ अर्थात् ऊष्मीय चालकता (K) $\propto$ (पिघले हुये मोम की लम्बाई)

सर्ल का प्रयोग (Searle's Experiment)

यह धात्विक छड़ के लिए K ज्ञात करने की विधि है।

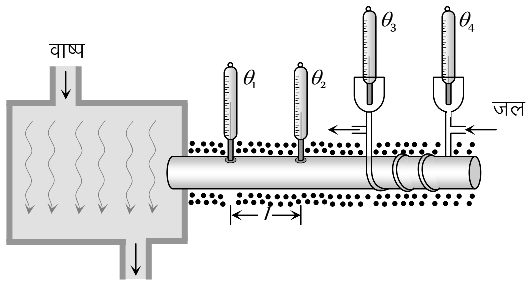


Fig. 15.14

(1) इस प्रयोग में l लम्बाई A अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल की छड़ के अनुदिश तापान्तर $(\theta_1 - \theta_2)$ नियंत्रित किया जाता है। यदि छड़ के पदार्थ की ऊष्मा चालकता K हो तो t समय में छड़ के एक सिरे से दूसरे तक प्रवाहित ऊष्मा की मात्रा $Q = \dfrac{KA(\theta_1 - \theta_2)t}{l}$ ...(i)

(2) इस प्रयोग में, उक्त ऊष्मा छड़ के अन्य भाग पर नलियों में प्रवाहित जल के ताप को बढ़ाता है। यदि निवेशी जल का ताप θ_3 व निर्गत जल का ताप θ_4 हो तो जल द्वारा अवशोषित ऊष्मा $Q = mc(\theta_4 - \theta_3)$ ...(ii)

(3) जहाँ m जल का द्रव्यमान है जो ऊष्मा अवशोषित करता है तथा c जल की विशिष्ट ऊष्मा है।

समी. (i) व (ii) से $K = \dfrac{mc(\theta_4 - \theta_3)l}{A(\theta_1 - \theta_2)t}$

(4) संख्यात्मक प्रश्नों में, ऐसी स्थितियाँ रहती हैं। जब छड़ के दूसरे भाग को संचरित ऊष्मा कुछ कार्य करती है जैसे यह कुछ बर्फ को पिघलाती है। इस स्थिति में, समी. (i) की तुलना mL से करेंगे

अर्थात् $mL = \dfrac{KA(\theta_1 - \theta_2)t}{l}$

झील की सतह पर बर्फ का जमना (Growth of Ice on Lake)

(1) वातावरण का ताप 0^oC से कम होने पर झील की सतह पर बर्फ जमने लगती है। माना किसी क्षण t पर झील की सतह पर जमी बर्फ की मोटाई y है तथा वायुमण्डलीय ताप $-\theta^oC$ है।

(2) बर्फ की पर्त के ठीक नीचे जल का ताप $0°C$ होगा

(3) यदि झील की सतह का क्षेत्रफल A हो तो dt समय में बर्फ से प्रवाहित ऊष्मा $dQ_1 = \dfrac{KA[0-(-\theta)]\,dt}{y}$

(4) माना dt समय में बर्फ की मोटाई dy, बढ़ जाती है। तब

$$dQ_2 = mL = \rho(dy\,A)L$$

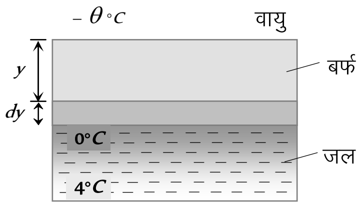


Fig. 15.15

(5) $\because dQ_1 = dQ_2$, अतः बर्फ की मोटाई बढ़ने की दर $(dy/dt) = (K\theta/\rho L y)$ अतः मोटाई y होने में लगा समय

$$t = \frac{\rho L}{K\theta}\int_0^y y\,dy = \frac{\rho L}{2K\theta}y^2$$

(6) यदि मोटाई y_1 से y_2 तक बढ़े तब

$$t = \frac{\rho L}{K\theta}\int_{y_1}^{y_2} y dy = \frac{\rho L}{2K\theta}(y_2^2 - y_1^2)$$

(7) उपरोक्त सूत्र में ताप ऋणात्मक चिन्ह के साथ नहीं रखना चाहिए न ही उसे परम ताप में बदलना चाहिए।

(8) बर्फ ऊष्मा का दुर्बल चालक है अतः समय के साथ बर्फ की मोटाई बढ़ने की दर घट जाती है।

(9) उपरोक्त सूत्र से, मोटाई दोगुनी और तीन गुनी होने में लगे समयों का अनुपात

$t_1 : t_2 : t_3 :: 1^2 : 2^2 : 3^2$, अर्थात् $t_1 : t_2 : t_3 :: 1 : 4 : 9$

(10) मोटाई 0 से y, y से $2y$ इसी प्रकार आगे, होने में लगे समय अंतरालों का अनुपात

$$\Delta t_1 : \Delta t_2 : \Delta t_3 :: (1^2 - 0^2) : (2^2 - 1^2) : (3^2 : 2^2)$$

$$\Rightarrow \Delta t_1 : \Delta t_2 : \Delta t_3 :: 1 : 3 : 5$$

संवहन (Convection)

स्थानांतरित होती है, संवहन कहलाती है। यह दो प्रकार की होती है।

(1) **सामान्य संवहन** (Natural convection) : माध्यम में दो स्थानों पर घनत्व में अंतर के कारण तथा गुरुत्व के प्रभाव में गर्म कणों की ऊपर की ओर तथा ठण्डे कणों की नीचे की ओर गति जो किसी तरल को गर्म करने पर होती है, संवहन कहलाती है।

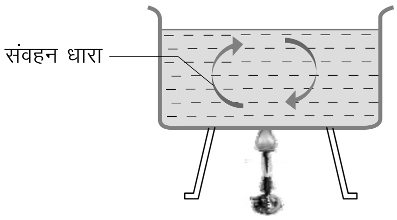


Fig. 15.16

(2) **प्रणोदित संवहन** (Forced convection) : यदि किसी तरल को गर्म वस्तु से ऊष्मा लेने के लिए बलपूर्वक गतिशील किया जाए तो संवहन की प्रक्रिया प्रणोदित संवहन कहलाती है। इस स्थिति, में न्यूटन के शीतलन नियम का पालन होता है। जिसके अनुसार, गर्म वस्तु के ऊष्मा क्षय की दर वस्तु के पृष्ठ क्षेत्रफल व वातावरण व वस्तु के तापांतर के समानुपाती होती है।

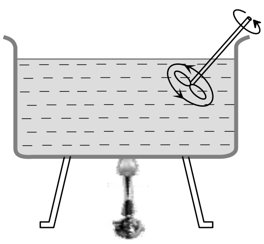


Fig. 15.17

अर्थात् $\dfrac{Q}{t} \propto A(T - T_0) \Rightarrow \dfrac{Q}{t} = h\,A(T - T_0)$

यहाँ h = समानुपाती नियतांक या संवहन गुणांक

T = वस्तु का ताप तथा T_0 = वातावरण का ताप

संवहन गुणांक (h) तरल के अभिलाक्षणिक गुणों जैसे घनत्व, श्यानता, विशिष्ट ऊष्मा व ऊष्मा चालकता आदि पर निर्भर करता है।

(3) सामान्य संवहन नीचे से ऊपर की ओर जबकि प्रणोदित किसी भी दिशा में होता है।

(4) सामान्य संवहन की स्थिति में, संवहन धाराऐं गर्म वायु को ऊपर व ठण्डी वायु को नीचे लाती हैं। इसी कारण ऊष्मा पेंदें को दी जाती है जबकि ठण्डक ऊपरी भाग में करायी जाती है।

(5) सामान्य संवहन, कमरे में वायु संवहन (Ventilation) मौसम परिवर्तन, समुद्री हवाओं व व्यापारिक हवाओं के चलने के लिए उत्तरदायी होता है।

(6) गुरुत्व मुक्त क्षेत्र में, सामान्य संवहन असम्भव है। उदाहरणः मुक्त रूप से गिरती लिफ्ट या किसी कृत्रिम उपग्रह में।

(7) हृदय द्वारा खून का संवहन शरीर के तापमान को नियंत्रित रखता है।

(8) यदि द्रव व गैसें ऊपर से गर्म किये जाते हैं (ताकि संवहन न हो) तो ऊष्मा का संचरण चालन द्वारा होता है।

(9) पारा द्रव है फिर भी इसमें चालन होता है संवहन नहीं।

विकिरण (Radiation)

(1) ऊष्मा संचरण की विधि जिसमें ऊष्मा का संचरण माध्यम के ताप को परिवर्तित किये बगैर होता है, विकिरण कहलाती है।

Fig. 15.18

(2) वास्तव में विकिरण में विद्युत चुंबकीय ऊर्जा, विद्युत चुबंकीय तरंगों के रूप में किसी माध्यम से संचरित होती है। यह प्रक्रिया निर्वात में भी संभव है। उदाहरण सूर्य की ऊर्जा पृथ्वी पर विकिरण द्वारा पहुँचती है।

(3) ऊष्मीय विकिरणों की तरंगदैर्ध्य $7.8 \times 10^{-7}\, m$ से $4 \times 10^{-4}\, m$ परास की होती है। ये विद्युत चुबंकीय वर्णक्रम के अवरक्त क्षेत्र में होते है अतः इन्हें अवरक्त विकिरण भी कहा जाता है।

(4) इन विकिरणों के संचरण के लिए किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती।

(5) हम इन्हें देख नहीं सकते पर यह ऊष्मीय संवेदना उत्पन्न करते हैं।

(6) प्रत्येक पिण्ड जिसका ताप शून्य केल्विन से अधिक हो ऊष्मीय विकिरण उत्पन्न करता है।

(7) इसकी चाल प्रकाश की चाल $(= 3 \times 10^8\, m/s)$ के तुल्य होती है

(8) इसकी तीव्रता स्रोत से प्रेक्षण बिन्दु की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती है। (अर्थात् $I \propto 1/d^2$)

(9) यह प्रकाश तरंगों के समान, परावर्तन, अपवर्तन, व्यतिकरण विवर्तन व ध्रुवण के गुण दर्शाती है।

(10) जब यह किसी पृष्ठ पर अवशोषित होते हैं तो उस पर दाब आरोपित करते हैं जिसे विकिरण दाब कहते हैं।

(11) संचरण के समय ऊष्मीय विकिरण अन्य विद्युत चुंबकीय तरंगों फोटॉन के समान गति करते हैं। किसी पृष्ठ द्वारा अवशोषित होने पर यह ऊष्मीय गुण प्रदर्शित करते हैं।

(12) काँच के प्रिज्म द्वारा इन विकिरणों का वर्णक्रम प्राप्त नहीं किया जा सकता क्योंकि काँच इन्हें अवशोषित कर लेता है। अतः क्वार्टज या रॉक साल्ट के प्रिज्म प्रयुक्त किये जाते हैं क्योंकि इन पदार्थों में मुक्त इलेक्ट्रॉन नहीं होते व अंतराण्विक काम्पनिक आवृत्ति, विकिरण आवृत्ति से अधिक होती है, अतः ये ऊष्मीय विकिरण अवशोषित नहीं करते।

(13) **ऊष्मा.पार्य माध्यम :** वह माध्यम जिससे ऊष्मीय विकिरण गुजरें और वह उनका अवशोषण न करे ऊष्मा-पार्य माध्यम कहलाता है। अतः माध्यम से विकिरण गुजरने पर माध्यम का ताप अपरिवर्तित रहता है। उदाहरण सूखी वायु, SO_2 ,रॉकसाल्ट ($NaCl$)

(i) गर्मियों में सूखी वायु सूर्य के विकिरण से गर्म नहीं होती बल्कि पृथ्वी की सतह से ऊष्मा लेकर संवहन द्वारा गर्म होती है।

(ii) सर्दियों में सूर्य की किरणें सीधे हमारे शरीर द्वारा अवशोषित होती हैं जबकि आसपास की वायु ठण्डी ही रहती है। इसी कारण सर्दियों में सूर्य की किरणें सुखद लगती हैं।

(14) **ऊष्मा.अपार्य माध्यम :** वह माध्यम जो ऊष्मा का कुछ भाग अवशोषित कर लेता है, ऊष्मा-अपार्य माध्यम कहलाता है। यही कारण है कि इस माध्यम से विकिरण गुजरने पर इसका ताप बढ़ जाता है। उदाहरण : लकड़ी, धातुऐं, नम वायु, साधारण काँच व मानव माँस इत्यादि।

तप्त पिण्ड का रंग (Colour of Heated Object)

जब किसी पिण्ड को गर्म करते हैं तो शून्य से अनन्त तरंगदैर्ध्य वाले सभी विकिरण उत्सर्जित होते हैं।

(1) कम तापक्रम पर दीर्घ तरंगदैर्ध्य के विकिरणों का उत्सर्जन होता है।

(2) ताप बढ़ने के साथ उत्सर्जित विकिरणों की तरंगदैर्ध्य दीर्घ तरंगदैर्ध्य से लघु तरंगदैर्ध्य की ओर विस्थापित होने लगती है। जिसके कारण पिण्ड के रंग में परिवर्तन दिखायी देने लगता है।

(3) नीली ज्वाला का तापक्रम पीली ज्वाला के तुलना में अधिक होता है।

Table 15.3 : गर्म करने पर वस्तु के विभिन्न रंग

तापक्रम	रंग
$525°C$	हल्का लाल
$900°C$	चेरी लाल
$1100°C$	नारंगी लाल
$1200°C$	पीला
$1600°C$	सफेद

पृष्ठ पर आपतित विकिरण की क्रियायें (Interaction of Radiation with Matter)

जब किसी वस्तु पर ऊष्मीय विकिरण (Q) आपतित होते हैं तब आंशिक रूप से परावर्तन, आंशिक रूप से अवशोषण एवं आंशिक रूप से विकिरणों का निर्गमन होता है।

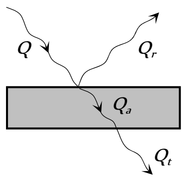


Fig. 15.19

(1) $Q = Q_a + Q_r + Q_t$

(2) $\frac{Q_a}{Q} + \frac{Q_r}{Q} + \frac{Q_t}{Q} = a + r + t = 1$

(3) $a = \frac{Q_a}{Q}$ = अवशोषकता या अवशोषण शक्ति

$r = \frac{Q_r}{Q}$ = परावर्तकता या परावर्तन शक्ति

$t = \frac{Q_t}{Q}$ = पारगम्यता या परागम्य शक्ति

(4) r, a एवं t शुद्ध अनुपातिक राशियाँ हैं अतः मात्रक व विमाहीन हैं।

(5) **विभिन्न वस्तुएँ**

(i) यदि $a = t = 0$ एवं $r = 1 \rightarrow$ पूर्ण परावर्तक वस्तु

(ii) यदि $r = t = 0$ एवं $a = 1 \rightarrow$ पूर्ण अवशोषक वस्तु (पूर्ण कृष्णिका)

(iii) यदि $a = r = 0$ एवं $t = 1 \rightarrow$ पूर्ण पारगम्य वस्तु

(iv) यदि $t = 0 \Rightarrow r + a = 1$ या $a = 1 - r$ अर्थात् अच्छे परावर्तक बुरे अवशोषक होते हैं एवं इसका उल्टा।

उत्सर्जन शक्ति, अवशोषण शक्ति एवं उत्सर्जकता
(Emissive Power, Absorptive Power and Emissivity)

यदि किसी वस्तु का तापक्रम उसके चारों ओर के वातावरण के तापक्रम से अधिक हो तो वस्तु से ऊष्मीय विकिरण उत्सर्जित होते हैं।

(1) **एकवर्णी उत्सर्जकता या स्पेक्ट्रमी उत्सर्जन शक्ति** (e_λ) : किसी दिये पृष्ठ से प्रति सेकंड, प्रति एकांक क्षेत्रफल व एकांक तरंगदैर्ध्य $\left(\lambda - \frac{1}{2}\right)$ से $\left(\lambda + \frac{1}{2}\right)$ के लिये उत्सर्जित ऊर्जा एक वर्णी उत्सर्जकता कहलाती है।

$$\text{एक वर्णी उत्सर्जकता } (E_\lambda) = \frac{\text{ऊर्जा}}{\text{क्षेत्रफल} \times \text{समय} \times \text{तरंगदैर्ध्य}}$$

इकाई : $\frac{Joule}{m^2 \times sec \times Å}$ तथा विमा : $[ML^{-1}T^{-3}]$

(2) **कुल उत्सर्जकता या कुल उत्सर्जन शक्ति** (e) : किसी पृष्ठ से सभी संभव तरंगदैर्ध्यों के लिए प्रति सेकंड, प्रति एकांक क्षेत्रफल उत्सर्जित ऊर्जा की कुल मात्रा कुल उत्सर्जकता कहलाती है। $e = \int_0^\infty e_\lambda d\lambda$

इकाई : $\frac{Joule}{m^2 \times \sec}$ या $\frac{Watt}{m^2}$ तथा विमा : $[MT^{-3}]$

(3) **एकवर्णी अवशोषकता या स्पेक्ट्रमी अवशोषण क्षमता** (a_λ) : किसी पृष्ठ पर एकांक तरंगदैर्ध्य अंतराल के लिए किसी निश्चित समय में पृष्ठ द्वारा अवशोषित ऊर्जा व पृष्ठ पर आपतित ऊर्जा के अनुपात को एक वर्णी अवशोषकता कहते हैं। यह एक विमाहीन व इकाईहीन राशि है। इसे a_λ से प्रदर्शित करते हैं।

(4) **कुल अवशोषकता या कुल अवशोषण शक्ति** (a) : किसी पृष्ठ पर सभी संभव तरंगदैर्ध्यों के लिए प्रति सेकण्ड, प्रति एकांक क्षेत्रफल के द्वारा अवशोषित ऊर्जा की कुल मात्रा अवशोषकता कहलाती है।

$$a = \int_0^\infty a_\lambda d\lambda$$

यह इकाईहीन व विमाहीन राशि है।

(5) **उत्सर्जकता** (ε) : किसी दिये गये ताप पर किसी पिण्ड की उत्सर्जकता पिण्ड की कुल उत्सर्जन शक्ति व पूर्ण कृष्ण पिण्ड की कुल उत्सर्जन शक्ति के अनुपात के तुल्य होती है।

अर्थात् $\varepsilon = \frac{e}{E}$

(i) पूर्ण कृष्ण वस्तु के लिए $\varepsilon = 1$

(ii) चमकीली वस्तुओं के लिए $\varepsilon = 0$

(iii) परन्तु प्रायोगिक पिण्डों के लिए (e) का मान ($0 < e < 1$) होता है।

पूर्ण कृष्ण वस्तु (Perfectly Black Body)

(1) कोई पिण्ड यदि सभी तरंगदैर्ध्यों के आपतित विकिरणों को अवशोषित कर लेता है तो वह पूर्ण कृष्ण पिण्ड कहलाएगा।

(2) चूँकि पूर्ण कृष्ण पिण्ड आपतित प्रकाश को न तो परावर्तित करता है न ही पारगमित करता है अतः इसकी अवशोषकता इकाई होती है। अर्थात् $t = 0$ और $r = 0$ $\therefore a = 1$

(3) हम जानते हैं कि किसी अपारदर्शी पिण्ड का रंग, वह रंग (तरंगदैर्ध्य) होता है जिसे पिण्ड परावर्तित कर देता है। चूँकि कृष्ण पिण्ड किसी भी तरंगदैर्ध्य को परावर्तित नहीं करता अतः काला दिखायी देता है।

(4) जब कृष्ण पिण्ड को उच्च ताप तक गर्म करते हैं तो वह सभी सम्भव तरंगदैर्ध्यों को उत्सर्जित करता है। उदाहरण के लिए सूर्य का ताप अति उच्च (लगभग 6000 K) है अतः वह सभी सम्भव विकिरणों को उत्सर्जित करता है अतः कृष्ण पिण्ड का उदाहरण है।

(5) **फेरी कृष्ण पिण्ड** (Ferry's black body) : व्यवहार में कोई पिण्ड पूर्ण कृष्ण पिण्ड नहीं होता। फेरी का कृष्ण पिण्ड (लगभग) आदर्श कृष्ण पिण्ड माना जाता है। यह एक गोलाकार खोखला पिण्ड होता है जिसकी दीवारें दोहरी होती हैं तथा आंतरिक पृष्ठ काला रहता है। इसकी सतह पर एक सूक्ष्म छिद्र होता है। छिद्र पर आपतित सभी विकिरण इस पिण्ड द्वारा अवशोषित कर लिये जाते हैं। यदि इसे गर्म किया जाए तो यह सभी संभव तरंगदैर्ध्यों को उत्सर्जित करता है।

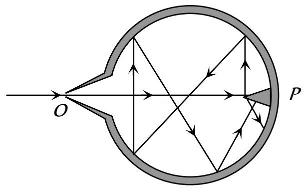
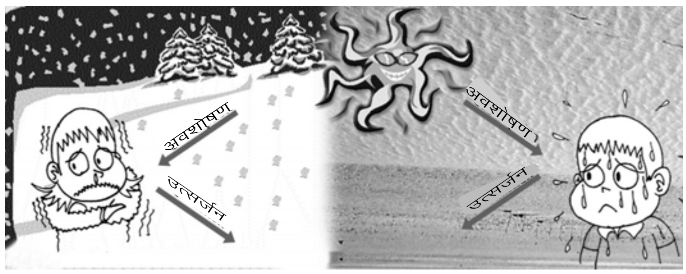


Fig. 15.20

(6) व्यवहार में पूर्ण कृष्ण वस्तु संभव नहीं है किन्तु प्लेटिनम ब्लैक या लैम्प ब्लैक को पूर्ण कृष्ण वस्तु के समकक्ष माना जा सकता है। ये पदार्थ आपतित विकिरणों का लगभग 96% से 98% तक अवशोषण कर लेते हैं।

प्रीवोस्ट का ऊष्मा विनिमय का सिद्धांत
(Prevost Theory of Heat Exchange)



(1) प्रत्येक पिण्ड सभी सम्भव तापों पर (0 K को छोड़कर) ऊष्मीय विकिरण उत्सर्जित या वातावरण से अवशोषित करता है।

(2) विभिन्न पिण्डों के मध्य ऊर्जा विनिमय विकिरण द्वारा होता है।

(3) विभिन्न पिण्डों के मध्य ऊर्जा विनिमय एक सतत् प्रक्रिया है।

(4) परम शून्य ताप ($0\ K$ या $-273°C$) पर यह नियम प्रयुक्त नहीं है क्योंकि इस ताप पर विभिन्न पिण्डों के मध्य ऊष्मीय विकिरण विनिमय रुक जाता है।

(5) यदि $Q_{उत्सर्जन} > Q_{अवशोषण} \rightarrow$ वस्तु का तापक्रम घटता है और यह ठण्डी प्रतीत होती है।

यदि $Q_{उत्सर्जन} < Q_{अवशोषण} \rightarrow$ वस्तु का तापक्रम बढ़ता है और यह गर्म प्रतीत होती है।

यदि $Q_{उत्सर्जन} = Q_{अवशोषण} \rightarrow$ वस्तु का तापक्रम नियत रहता है (तापीय साम्यावस्था)

किरचॉफ का नियम (Kirchoff's Law)

दिये गये ताप पर विभिन्न पिण्डों की उत्सर्जन क्षमता व अवशोषकता क्षमता का अनुपात नियत होता है तथा समान ताप पर पूर्ण कृष्ण पिण्ड की उत्सर्जकता के बराबर होता है। अतः $\frac{e_1}{a_1} = \frac{e_2}{a_2} = ... \left(\frac{E}{A}\right)_{पूर्ण\ कृष्ण\ वस्तु}$

किन्तु पूर्ण कृष्ण वस्तु के लिए $A = 1$ अर्थात् $\frac{e}{a} = E$

यदि उत्सर्जन व अवशोषण क्षमताएँ किसी विशेष तरंगदैर्ध्य λ पर मापी जाएें तो $\left(\frac{e_\lambda}{a_\lambda}\right) = (E_\lambda)_{कृष्ण\ पिण्ड}$

चूँकि $(E_\lambda)_{कृष्ण\ पिण्ड}$ दिये गये ताप पर नियत होता है अतः उक्त नियमानुसार यदि कोई सतह किसी विशेष तरंगदैर्ध्य के लिए अच्छी अवशोषक हो तो वह उस तरंगदैर्ध्य के लिए अच्छी अत्सर्जक भी होगी।

व्यापकता : अच्छे अवशोषक अच्छे उत्सर्जक भी होते हैं।

किरचॉफ नियम के अनुप्रयोग
(Applications of Kirchoff's Law)

(1) चूँकि रेत खुरदरी व काली होती है अतः यह अच्छी अवशोषक है अतः रेगिस्तानों में दिन (जब सूर्य से विकिरण रेत पर आपतित होते हैं) गर्म होते हैं। किरचॉफ के नियमानुसार चूँकि अच्छे अवशोषक, अच्छे उत्सर्जक भी होते हैं। अतः रातें (जब रेत ऊष्मा उत्सर्जित करती है) ठण्डी होती हैं।

(2) सोडियम वाष्प, गर्म करने पर दो पीली रेखाऐं D_1 व D_2 उत्सर्जित करती है। परन्तु जब आर्क लैम्प से उत्सर्जित प्रकाश को निम्न ताप पर रखी सोडियम वाष्प से गुजारा जाता है तो वर्णक्रम में दो काली रेखाऐं, D_1 व D_2 के स्थान पर दिखाई देती हैं। अतः सोडियम वाष्प गर्म अवस्था में जिस तरंगदैर्ध्य का उत्सर्जन करती है ठण्डी अवस्था में उन्हीं को अवशोषित कर लेती है।

(3) जब किसी चमकदार धात्विक गेंद पर कुछ काले धब्बे बनाकर, उच्च ताप तक गर्म किया जाता है तथा फिर अंधकार में ले जाकर देखा जाता है तो काले धब्बे चमकदार दिखाई देते हैं तथा गेंद दिखाई नहीं देगी या हल्की दिखाई देगी। इसका कारण यह है कि काले धब्बे ऊष्मा का अधिक अवशोषण करते हैं तथा अधिक उत्सर्जन करते हैं। जबकि चमकदार सतह ऊष्मा का अवशोषण नहीं करती अतः उत्सर्जन भी नहीं करती व इस कारण दिखाई नहीं देती।

(4) जब हरे काँच को भट्टी में गर्म करके बाहर निकाला जाता है तो वह लाल रंग का चमकता है। इसका कारण यह है कि लाल व हरा रंग पूरक रंग हैं। साधारण ताप पर, हरा काँच हरा दिखाई देगा क्योंकि यह लाल रंग के प्रकाश को अवशोषित कर लेती है। किरचॉफ के नियमानुसार हरा काँच गर्म करने पर लाल रंग उत्सर्जित करता है जिसे वह अवशोषित करता है। इसी प्रकार जब लाल काँच को उच्च ताप पर गर्म करते हैं तो वह हरा दिखाई देते हैं।

(5) काली त्वचा वाला मनुष्य गोरी त्वचा वाले मनुष्य की तुलना में अधिक गर्मी व अधिक सर्दी का अनुभव करता है क्योंकि बाहर का ताप अधिक होने पर काली त्वचा वाला मनुष्य अधिक ऊष्मा अवशोषित करेगा व बाहर का ताप कम होने से अधिक ऊष्मा उत्सर्जित करेगा।

(6) **किरचॉफ के नियम से फ्रॉनहोफर रेखाओं की व्याख्या**

(i) सूर्य का केन्द्रीय भाग, प्रकाश मण्डल अति उच्च ताप पर होता है तथा विभिन्न तरंगदैर्ध्य की रेखाओं को उत्सर्जित करता है।

(ii) हम तक पहुँचने से पूर्व किरणें वर्णमण्डल से गुजरती हैं जहाँ पदार्थ (जो सूर्य की सतह पर थे) निम्न ताप पर वाष्प अवस्था में होते हैं। अतः ये उन तरंगदैर्ध्यों को अवशोषित कर लेते हैं जिन्हें उच्च ताप पर उत्सर्जित कर रहे थे।

(iii) अतः स्पेक्ट्रम में काली पट्टियाँ दिखाई देती हैं।

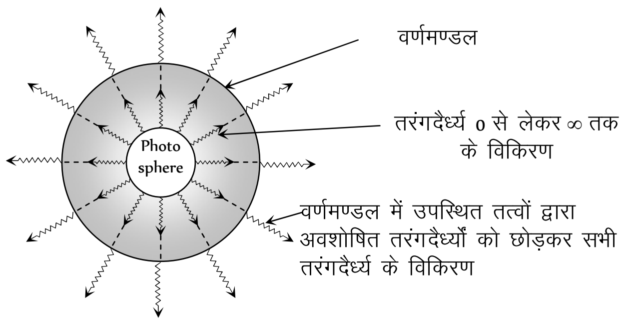


Fig. 15.21

(iv) परन्तु पूर्ण सूर्य ग्रहण के समय यह रेखाऐं चमकदार दिखाई देती हैं क्योंकि क्रोमोस्फेयर में उपस्थित गैसें व वाष्प उन विकिरणों को उत्सर्जित करती है जिन्हें पूर्व में अवशोषित किया था।

स्टीफन का नियम (Stefan's Law)

कृष्णिका के प्रति एकांक क्षेत्रफल से प्रति सैकण्ड उत्सर्जित विकिरण का परिमाण (अर्थात् कृष्णिका की उत्सर्जन क्षमता) उसके परम ताप के चतुर्थ घात के समानुपाती होती है।

अर्थात् $E \propto T^4 \Rightarrow E = \sigma T^4$

जहाँ σ एक स्थिरांक है जिसे स्टीफन नियतांक कहा जाता है। इसकी विमा $[MT^{-3}\theta^{-4}]$ होती है एवं मान $5.67 \times 10^{-8} W/m^2K^4$ होता है।

(i) सामान्य वस्तु के लिए : $e = \varepsilon E = \varepsilon \sigma T^4$

(ii) विकिरण ऊर्जा : यदि सामान्य वस्तु के द्वारा उत्सर्जित विकिरण ऊर्जा Q है तब $e = \frac{Q}{A \times t} = \varepsilon\sigma T^4 \Rightarrow Q = A\varepsilon\sigma T^4 t$

(iii) विकिरण शक्ति (P) : प्रति एकांक समय में उत्सर्जित विकिरण ऊर्जा को विकिरण शक्ति कहते हैं अर्थात् $P = \frac{Q}{t} = A\varepsilon\sigma T^4$

(iv) यदि एक सामान्य वस्तु का तापक्रम T है और इसके वातावरण का तापक्रम T_0 है तब स्टीफन के नियम से, $e = \varepsilon\sigma(T^4 - T_0^4)$

ऊष्मा हानि की दर (R_H) एवं ठण्डे होने की दर (R_C)

(Rate of Loss of Heat (R_H) and Rate of Cooling (R_C))

(1) **ऊष्मा हानि की दर (या ऊष्मा हानि की प्रारम्भिक दर) :** यदि एक सामान्य वस्तु का तापक्रम T और वातावरण का तापक्रम T_0 ($T_0 < T$) है तब विकिरण द्वारा ऊष्मा हानि निम्न होगी

$$\Delta Q = Q_{\text{उत्सर्जन}} - Q_{\text{अवशोषण}} = A\varepsilon\sigma(T^4 - T_0^4)$$

(2) ऊष्मा हानि की दर $(R_H) = \frac{dQ}{dt} = A\varepsilon\sigma(T^4 - T_0^4)$

(i) यदि दो वस्तुएँ समान पदार्थ की बनी हैं और उनकी पृष्ठीय प्रकृति समान है तथा उनके प्रारंभिक तापक्रम भी समान हैं तब

$$\frac{dQ}{dt} \propto A \Rightarrow \frac{\left(\frac{dQ}{dt}\right)_1}{\left(\frac{dQ}{dt}\right)_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

(3) **तापक्रम में प्रारंभिक गिरावट की दर (ठण्डे होने की दर):** यदि वस्तु का द्रव्यमान m व विशिष्ट ऊष्मा c है तब

$$\frac{dQ}{dt} = mc.\frac{dT}{dt} = mc\frac{d\theta}{dt} \quad (\because Q = mc\,\Delta T \text{ एवं } dT = d\theta)$$

(i) ठण्डे होने की दर $(R_c) = \frac{d\theta}{dt} = \frac{(dQ/dt)}{mc} = \frac{A\varepsilon\sigma}{mc}(T^4 - T_0^4)$

$= \frac{A\varepsilon\sigma}{V\rho c}(T^4 - T_0^4)$; यहाँ m = घनत्व (ρ) × आयतन (V)

(ii) समान पदार्थ की दो वस्तुओं के लिए यदि वातावरण समान हो तो इनके ठण्डे होने की दरों का अनुपात $\frac{(R_c)_1}{(R_c)_2} = \frac{A_1}{A_2}.\frac{V_2}{V_1}$

(4) **ठण्डे होने की दर की निर्भरता :** जब कोई वस्तु विकिरण के द्वारा ठण्डी होती हैं तो ठण्डे होने की दर निम्न बिन्दुओं पर निर्भर करती है।

(i) विकिरक सतह की प्रकृति पर अर्थात् उत्सर्जकता का मान अधिक होता है तो ठंडा होने की दर तेज होती है।

(ii) विकिरक सतह के क्षेत्रफल पर अर्थात् विकिरक सतह का क्षेत्रफल अधिक होने पर ठंडा होने की दर तेज होती है।

(iii) विकिरक पिण्ड के द्रव्यमान पर अर्थात् विकिरक पिण्ड का द्रव्यमान अधिक होने पर ठंडा होने की दर कम होती है।

(iv) विकिरक पिण्ड के विशिष्ट ऊष्मा पर अर्थात् विकिरक पिण्ड की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होने पर ठंडा होने की दर कम होती है।

(v) विकिरक पिण्ड के तापक्रम पर अर्थात् पिण्ड का तापक्रम अधिक होने पर ठंडा होने की दर तेज होती है।

(vi) परिवेश के तापक्रम पर अर्थात् परिवेश का तापक्रम अधिक होने पर ठंडा होने की दर कम होती है।

Table 15.4 : विभिन्न वस्तुओं की ऊष्मा हानि की दर (R) एवं ठण्डे होने की दर (R) में तुलना

वस्तु	स्थिति	ऊष्मा हानि की दर $R_H = \frac{dQ}{dt}$	ठण्डे होने की दर $R_c = \frac{dT}{dt}$ या $\frac{d\theta}{dt}$
दो ठोस गोले	T, T_o , c, ρ सभी समान हैं	$R_H \propto A \propto r^2$ $\Rightarrow \frac{(R_H)_1}{(R_H)_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$	$R_c \propto \frac{A}{V} \propto$ $\propto \frac{r^2}{r^3} \propto \frac{1}{r}$
विभिन्न पदार्थों के दो ठोस गोले	T, T_o – समान	$R_H \propto A \propto r^2$	$R_c \propto \frac{A}{V\rho c}$ $\propto \frac{1}{r\rho c}$
अलग आकृतियों की वस्तुयें जैसे घन, गोला, प्लेट इत्यादि।	T, T_o, c, ρ - समान	$R_H \propto A$ $A_{\max} \rightarrow$ प्लेट $A_{\min} \rightarrow$ गोला	$R_c \propto \frac{A}{V}$
विभिन्न पदार्थों की वस्तुएँ	T, T_o, m, A समान हैं किन्तु c अलग-अलग है	$R_H \rightarrow$ सभी वस्तुओं के लिए समान	$R_c \propto \frac{1}{c}$

न्यूटन का शीतलन नियम (Newton's Law of Cooling)

यदि ऊष्मा विकिरण के उत्सर्जन से उत्पन्न ठंडक के लिए वस्तु के तापक्रम T का मान अपने परिवेश के तापक्रम से बहुत अधिक भिन्न न हो, अर्थात् $T - T_0 = \Delta T$ तब $T^4 - T_0^4$ को लगभग $4T_0^3\Delta T$ मान सकते हैं

स्टीफन नियम से $\frac{dT}{dt} = \frac{A\varepsilon\sigma}{mc}[T^4 - T_0^4]$

अतः $\frac{dT}{dt} = \frac{A\varepsilon\sigma}{mc}4T_0^3\Delta T \Rightarrow \frac{dT}{dt} \propto \Delta T$ या $\frac{d\theta}{dt} \propto (\theta - \theta_0)$

अर्थात् यदि वस्तु एवं वातावरण के बीच बहुत अधिक तापान्तर न हो तो वस्तु के द्वारा ऊष्मा क्षय करने की दर, (अर्थात् ठंडा होने की दर) वस्तु एवं परिवेश के तापान्तर के समानुपाती होती है। इस नियम को न्यूटन का शीतलन नियम कहा जाता है।

(1) वस्तु एवं इसके परिवेश के बीच का तापान्तर अधिक होने पर ठंडा होने की दर तेज होती है।

(2) यदि $\theta = \theta_0$, $\frac{d\theta}{dt} = 0$ अर्थात् कोई वस्तु अपने परिवेश से कम तापक्रम तक ठंडी नहीं हो सकती है।

(3) यदि एक वस्तु t समय में $\theta_1^o C$ से $\theta_2^o C$ तक ठंडी होती है तो $\frac{d\theta}{dt} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{t}$ एवं $\theta = \theta_{av} = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$ न्यूटन के शीतलन नियम से, $\left[\frac{\theta_1 - \theta_2}{t}\right] = K\left[\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta_0\right]$

उपर्युक्त व्यंजक, संख्यात्मक प्रश्न हल करने में बहुत उपयोगी है।

(4) व्यवहारिक उदाहरण

(i) अधिक गर्म पानी कम समय में ऊष्मा क्षय करता है अपेक्षाकृत कम गर्म पानी के।

(ii) गर्म चाय में दूध मिलाने पर ठंडा होने की दर घट जाती है।

शीतलन वक्र (Cooling Curves)

(1) log (θ – θ) **,oa le; ds chp oØ**

चूँकि $\frac{d\theta}{dt} \propto -(\theta - \theta_0) \Rightarrow \frac{d\theta}{(\theta - \theta_0)} = -Kdt$

समाकलन करने पर $\log_e(\theta - \theta_0) = -Kt + C$

$\log_e(\theta - \theta_0) = -Kt + \log_e A$

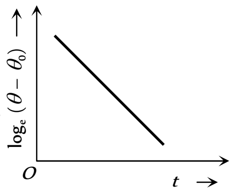


Fig. 15.22

यह ऋणात्मक ढाल वाली सरल रेखा है।

(2) **वस्तु के तापक्रम θ एवं समय t के बीच वक्र**

चूँकि $\log_e(\theta - \theta_0) = -Kt + \log_e A \Rightarrow \log_e \frac{\theta - \theta_0}{A} = -Kt$

$\Rightarrow \theta - \theta_0 = Ae^{-kt}$

जो व्यक्त करता है कि समय के बढ़ने पर वस्तु का ताप चरघातांकी रूप से घटता है।

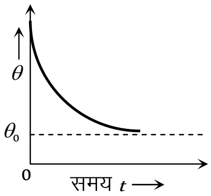


Fig. 15.23

(3) **शीतलन की दर (R) एवं वस्तु के तापक्रम के बीच वक्र**

$R = K(\theta - \theta_0) = K\theta - K\theta_0$

यह एक सरल रेखा होगी जिसका R - अक्ष पर अन्तःखण्ड $-K\theta_0$ है

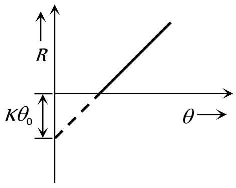


Fig. 15.24

(4) **शीतलन की दर एवं वस्तु और वातावरण के तापान्तर के बीच वक्र**

चूँकि $R \propto (\theta - \theta_0)$

यह मूल बिन्दु से गुजरती हुयी सरल रेखा होगी।

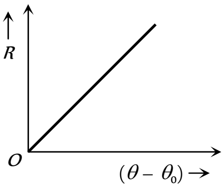


Fig. 15.25

द्रव की विशिष्ट ऊष्मा का निर्धारण
(Determination of Specific Heat of Liquid)

यदि पानी एवं दिये गये द्रव का आयतन, विकरित पृष्ठ क्षेत्रफल, सतह की प्रकृति, प्रारम्भिक तापक्रम एवं परिवेश समान हों एवं इन्हें ठंडा होने दिया जाये तो दोनों के लिये ऊष्मा क्षय की दर एवं तापक्रम में कमी समान होगी,

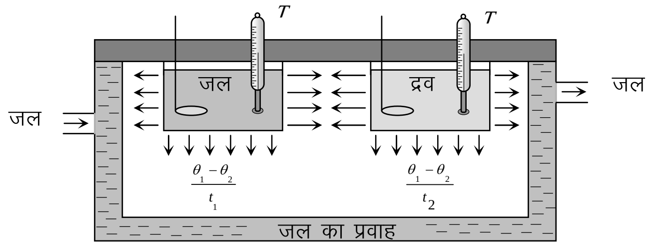


Fig. 15.26

अर्थात $\left(\frac{dQ}{dt}\right)_{जल} = \left(\frac{dQ}{dt}\right)_{द्रव}$

$(m_W c_W + W)\frac{(\theta_1 - \theta_2)}{t_1} = (m_l c_l + W)\frac{(\theta_1 - \theta_2)}{t_2}$

या $\left[\frac{m_W c_W + W}{t_1}\right] = \left[\frac{m_l c_l + W}{t_2}\right]$

$W = mc$ = कैलोरीमीटर का जल तुल्यांक, यहाँ m एवं c कैलोरीमीटर के द्रव्यमान और विशिष्ट ऊष्मा हैं

यदि जल और द्रव के घनत्व क्रमशः ρ एवं ρ' हैं तब $m_W = V\rho_W$ एवं $m_l = V\rho_l$

द्रव की विशिष्ट ऊष्मा $c_l = \frac{1}{m_l}\left[\frac{t_l}{t_W}(m_W c_W + W) - W\right]$

कृष्ण पिण्ड वर्णक्रम में ऊर्जा वितरण
(Distribution of Energy in the Spectrum of Black Body)

एक पूर्ण कृष्ण पिण्ड से सभी संभव तरंगदैर्ध्यों के विकिरण उत्सर्जित होते हैं।

लेन्ग्रे तथा बाद में ल्यूमर व प्रीन्सहोम वैज्ञानिकों ने कृष्ण पिण्ड वर्णक्रम में विभिन्न तरंगदैर्ध्यों पर ऊर्जा वितरण का अध्ययन किया। प्राप्त परिणाम चित्र में प्रदर्शित हैं। वक्रों से स्पष्ट है कि

(1) दिये गये ताप पर विभिन्न तरंगदैर्ध्यों के मध्य ऊर्जा का वितरण एकसमान नहीं है।

(2) दिये गये ताप पर ऊष्मीय विकिरणों की तीव्रता तरंगदैर्ध्य के साथ बढ़ती है तथा एक विशेष तरंगदैर्ध्य पर अधिकतम हो जाती है। तरंगदैर्ध्य पुनः बढ़ाने पर तीव्रता घटती है।

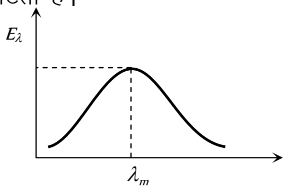


Fig. 15.27

(3) सभी तरंगदैर्ध्यों के लिए ताप बढ़ाने पर तीव्रता बढ़ती है।

(4) वक्र से घिरा क्षेत्रफल किसी विशेष ताप पर विकिरण की कुल तीव्रता प्रदर्शित करता है अर्थात क्षेत्रफल = $E = \int E_\lambda d\lambda$

स्टीफन नियम से $E = \sigma T \Rightarrow E_\lambda - \lambda$ वक्र के द्वारा घेरा क्षेत्रफल $(A) \propto T$

(5) अधिकतम तरंगदैर्ध्य (λ) के संगत ऊर्जा कृष्ण पिण्ड के परम ताप T की पंचम घात के समानुपाती होती है। अर्थात $E_{\max} \propto T^5$

वीन का विस्थापन नियम (Wien's Displacement Law)

वीन के नियमानुसार, अधिकतम तीव्रता के संगत तरंगदैर्ध्य व पिण्ड के ताप (केल्विन में) का गुणनफल नियत होता है। अर्थात् $\lambda_m T = b =$ नियतांक

जहाँ b वीन का नियतांक $2.89 \times 10^{-3} m\text{-}K$.

जैसे–जैसे वस्तु का ताप बढता है वह तरंगदैर्ध्य (λ_m) जिस पर विकिरण तीव्रता (E_λ) अधिकतम होती है बांयी ओर विस्थापित होने लगता है जैसा कि ग्राफ में दिखाया गया है। यह वीन के विस्थापन का नियम कहलाता है

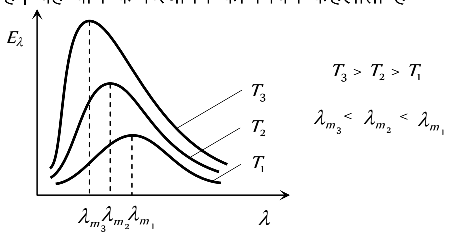


Fig. 15.28

इस नियम का अंतरिक्ष विज्ञान में अत्यधिक महत्व है। इसकी सहायता से दूरस्थ तारों से आने वाले प्रकाश की तरंगदैर्ध्य λ_m ज्ञातकर तारे के तापक्रम गणना की जाती है। λ_m ज्ञात होने पर तारे का तापक्रम $T(= b/\lambda_m)$ से ज्ञात कर सकते हैं।

ऊर्जा वितरण के नियम (प्लांक की परिकल्पना)
(Law of Distribution of Energy (Plank's Hypothesis)

(1) कृष्णिका विकिरण की सैद्धान्तिक व्याख्या प्लांक के द्वारा दी गयी।

(2) प्लांक के अनुसार किसी खोखले प्रकोष्ठ की दीवारें यदि समान तापक्रम पर हों तो उसके परमाणु दोलित्र की भांति व्यवहार करते हैं प्रत्येक दोलन की एक निश्चित आवृत्ति होती है।

(3) ये दोलन फोटॉनों के रूप में विद्युत चुम्बकीय विकिरण उत्सर्जित करते हैं। (प्रकोष्ठ के लघु छिद्र से आने वाले विकिरण पूर्ण कृष्ण वस्तु के विकिरण होते हैं।) प्रत्येक फोटॉन की ऊर्जा $h\nu$ होती है। यहाँ ν दोलित्र की आवृति है एवं h प्लांक नियतांक है उत्सर्जित ऊर्जायें $h\nu, 2h\nu, 3h\nu \dots nh\nu$ होगी कि किन्तु इनके बीच में नहीं

प्लांक नियम से $E_\lambda d\lambda = \dfrac{8\pi hc}{\lambda^5} \dfrac{1}{[e^{hc/\lambda KT} - 1]} d\lambda$

यहाँ c = प्रकाश की चाल एवं k = बोल्ट्जमैन नियतांक। यह समीकरण प्लांक का विकिरण नियम कहलाता है। यह सत्य है एवं विकिरण के नियमों को पूर्णतः परिभाषित करते हैं।

(4) यह नियम विकिरण की सभी तरंगदैर्ध्यों (शून्य से अनन्त तक) के लिए लागू होती है।

(5) कम तरंगदैर्ध्य के विकिरण के लिए, $\left(\lambda << \dfrac{hc}{KT}\right)$ वीन का ऊर्जा वितरण नियम का स्वरूप प्राप्त होता है, $E_\lambda d\lambda = \dfrac{A}{\lambda^5} e^{-B/\lambda T} d\lambda$

(6) अधिक तरंगदैर्ध्य के विकिरण के लिए $\left(\lambda >> \dfrac{hc}{KT}\right)$ रैलेजीन्स का ऊर्जा वितरण नियम का स्वरूप प्राप्त होता है, $E_\lambda d\lambda = \dfrac{8\pi KT}{\lambda^4} d\lambda$

सूर्य का तापक्रम एवं सौर नियतांक
(Temperature of the Sun and Solar Constant)

यदि सूर्य की त्रिज्या R हो एवं T इसका तापक्रम हो तो स्टीफन नियम से सूर्य के द्वारा प्रति सैकण्ड उत्सर्जित ऊर्जा का मान,

$$P = A\sigma T^4 = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

पृथ्वी पर पहुँचने पर यह ऊर्जा r (सूर्य एवं पृथ्वी के बीच की औसत दूरी) त्रिज्या के गोलीय क्षेत्र में फैल जाती है। अतः पृथ्वी की सतह पर सौर विकिरण ऊर्जा की तीव्रता (जिसे सौर नियतांक कहा जाता है) का मान

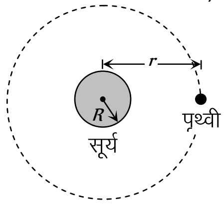


Fig. 15.29

$$S = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{4\pi R^2 \sigma T^4}{4\pi r^2}$$

अर्थात $T = \left[\left(\dfrac{r}{R}\right)^2 \dfrac{S}{\sigma}\right]^{1/4}$

$$= \left[\left(\frac{1.5 \times 10^8}{7 \times 10^5}\right)^2 \times \frac{1.4 \times 10^3}{5.67 \times 10^{-8}}\right]^{1/4} \simeq 5800\ K$$

चूँकि $r = 1.5 \times 10^8\ km,\ R = 7 \times 10^5\ km,$

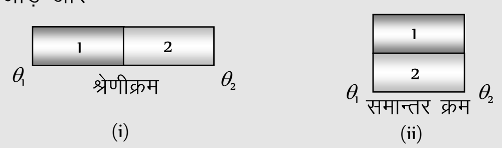
$S = 2 \dfrac{cal}{cm^2 min} = 1.4 \dfrac{kW}{m^2}$ एवं $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \dfrac{W}{m^2 K^4}$

यह मान सूर्य के तापक्रम के प्रायोगिक मान 6000 K के लगभग बराबर है। उपर्युक्त दोनों मानों के अन्तर का कारण है कि सूर्य पूर्ण कृष्णिका नहीं है।

Tips & Tricks

✍ कांच एवं जल वाष्प लघु तरंगदैर्ध्यों को पारगमित कर देते हैं किन्तु दीर्घ तरंगदैर्ध्यों को परावर्तित करते हैं इस सिद्धान्त का उपयोग ग्रीन हाउस प्रभाव में होता है। यदि किसी स्रोत का तापक्रम 100°C से अधिक हो तो उसके उत्सर्जित तरंगे कांच के द्वारा पारगमित हो जाती है, अतः सूर्य से उत्सर्जित ऊष्मीय विकिरण कांच के प्रकोष्ठ में प्रवेश कर सकते हैं, किन्तु नर्सरी में छोटे पौधों द्वारा उत्सर्जित ऊष्मीय विकिरण प्रकोष्ठ के अंदर ही रह जाते हैं।

✍ यदि दो धात्विक छड़ों को पहले श्रेणीक्रम में तत्पश्चात् समान्तर क्रम में जोड़े और



यदि श्रेणीक्रम संयोजन में t_s समय में प्रवाहित ऊष्मा Q_s तथा समान्तर क्रम संयोजन में t_p समय में प्रवाहित ऊष्मा Q_p है तथा $\dfrac{Q_p}{Q_s} = \dfrac{t_p}{t_s} \times \dfrac{R_s}{R_p}$

यदि छड़ एकसमान हों तथा $R_S = \dfrac{R}{2}$ एवं $R_p = 2R \Rightarrow \dfrac{Q_p}{Q_s} = 4\left(\dfrac{t_p}{t_s}\right)$

✍ यदि t समय में किसी वस्तु का तापक्रम θ_1 से θ_2 होता है तथा अगले t समय में इसका तापक्रम θ_2 से θ_3 हो जाता है तो

$\frac{\theta_2 - \theta_0}{\theta_1 - \theta_0} = \frac{\theta_3 - \theta_0}{\theta_2 - \theta_0}$ (θ_0 = वातावरण का तापक्रम)

✍ न्यूटन के शीतलन नियम से दो द्रवों की विशिष्ट ऊष्माओं की तुलना की जा सकती है।

यदि समान पृष्ठ, प्रकृति और प्रारम्भिक ताप वाले दो द्रवों को समान वातावरण में समान अंतिम ताप तक ठण्डा किया जाये तो $\frac{t_1}{t_2} = \frac{K_2}{K_1} = \frac{C_1}{C_2}$

✍ सूर्य से पृथ्वी तक पहुँचने में विकिरणों को 8 *min* 20 *sec* का समय लगता है।

✍ यदि किसी वस्तु का तापक्रम समान वातावरण में t_1 समय में $\theta_1°C$ से $\theta_2°C$ तथा t_2 समय $\theta_2°C$ से $\theta_3°C$ तक गिरे और

यदि $(\theta_1 - \theta_2) \geq (\theta_2 - \theta_3)$ तब $t_1 > t_2$

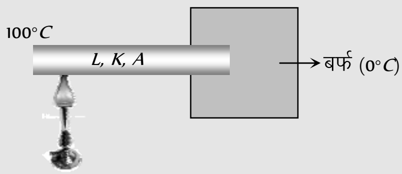
✍ हरा कांच लाल प्रकाश का अच्छा अवशोषक एवं हरे प्रकाश का अच्छा परावर्तक होता है। कम तापक्रम पर यह लाल प्रकाश कम अच्छा उत्सर्जन है

अतः हरा $\rightleftharpoons$ लाल

एवं पीला $\rightleftharpoons$ नीला

✍ ऊष्मा प्रवाह के प्रश्नों के हल के लिये निम्न समीकरण याद रखें। उदाहरण के लिये यदि निम्न दर्शायी गई स्थिति में बर्फ की वह मात्रा ज्ञात करनी हो जो एकांक समय में जल में परिवर्तित होती है।

$$\frac{\text{तापान्तर}}{R} = L_f \cdot \frac{dm}{dt}$$



$$\Rightarrow \frac{dm}{dt} = \frac{\text{तापान्तर}}{(L_f)(R)}$$

✍ **ऊष्मा हानि की दर एवं ठण्डा होने की दर में भ्रम**

बहुत सी पुस्तकों में ठण्डे होने की दर के दो अर्थ हैं। कुछ स्थानों पर ठण्डे होने की दर $= \frac{dQ}{dt}$ एवं अन्य स्थानों पर ठण्डे होने की दर $= \frac{d\theta}{dt}$ सुझाव है कि मात्रकों पर ध्यान दें, यदि ठण्डे होने की दूरी *cal/m* या *J/sec* इत्यादि, में है तब यह $\frac{dQ}{dt}$ है और यदि इसका मात्रक *°C/min* है तो ये $\frac{d\theta}{dt}$ है।

Ordinary Thinking

Objective Questions

चालन

1. निम्नलिखित में से किनकी ऊष्मा-चालकता में बायीं से दायीं ओर वृद्धि होती है [NCERT 1974, 76; AFMC 2000]

(a) *Al, Cu, Ag* (b) *Ag, Cu, Al*

(c) *Cu, Ag, Al* (d) *Al, Ag, Cu*

2. निम्न में से कौनसी बेलनाकार छड़ में से अधिकतम ऊष्मा संचरित होगी, जबकि उनके सिरे समान स्थायी तापान्तर पर रखे जाते हैं [CPMT 1981; NCERT 1973, 81; MP PMT 1987; CBSE PMT 1995]

(a) लम्बाई 1 मीटर, त्रिज्या 1 सेमी

(b) लम्बाई 2 मीटर, त्रिज्या 1 सेमी

(c) लम्बाई 2 मीटर, त्रिज्या 2 सेमी

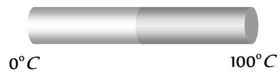
(d) लम्बाई 1 मीटर, त्रिज्या 2 सेमी

3. एक ही पदार्थ के बने हुए दो बेलनाकार छड़ों द्वारा ऊष्मा का प्रवाह हो रहा है। छड़ों का व्यास 1 : 2 के अनुपात में है और उनकी लम्बाई 2 : 1 के अनुपात में है। यदि दोनों सिरों पर तापान्तर समान है, तब इनमें ऊष्मा प्रवाह की दर होगी [NCERT 1982; CBSE PMT 1995; EAMCET 1997]

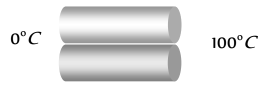
(a) 1 : 1 (b) 2 : 1

(c) 1 : 4 (d) 1 : 8

4. धातु के बिल्कुल दो एक-समान छड़ों को निम्न चित्र (i) के अनुसार वैल्ड कर दिया गया है। 4 मिनट में इससे 20 कैलोरी ऊष्मा प्रवाहित हो जाती है यदि छड़ों को चित्र (ii) के अनुसार वैल्ड कर दिया जाये तो इतनी ही ऊष्मा प्रवाहित होगी [NCERT 1982]



(i)



(ii)

(a) 1 मिनट में (b) 2 मिनट में

(c) 4 मिनट में (d) 16 मिनट में

5. खाना पकाने के बर्तन के लिए सबसे उपयुक्त वह होगा जिसके लिये [MNR 1986; MP PET 1990; CPMT 1991; SCRA 1998; MP PMT/PET 1998, 2000; RPET 2001]

(a) उच्च विशिष्ट ऊष्मा तथा निम्न चालकता

(b) उच्च विशिष्ट ऊष्मा तथा उच्च चालकता

(c) निम्न विशिष्ट ऊष्मा तथा निम्न चालकता

(d) निम्न विशिष्ट ऊष्मा तथा उच्च चालकता

6. मन्द गति की अवस्था में पिण्ड का ताप [CPMT 1978]
(a) समय के साथ बढ़ता है
(b) समय के साथ घटता है
(c) समय के साथ बदलता नहीं है और पिण्ड के सभी बिन्दुओं पर समान रहता है
(d) समय के साथ बदलता नहीं है लेकिन पिण्ड के विभिन्न बिन्दुओं पर भिन्न-भिन्न होता है

7. किसी धातु का ऊष्मा चालकता गुणांक निर्भर होता है [MP PET/PMT 1984; AFMC 1996; Orissa JEE 2005]
(a) दोनों पार्श्वों के तापान्तर पर (b) पट्टिका के क्षेत्रफल पर
(c) धातु पट्टिका की मोटाई पर (d) धातु के पदार्थ पर

8. जब किसी रूई से लपेटे गये छड़ के दो सिरों को विभिन्न तापों पर बनाए रखा जाता है, तब [MP PET/PMT 1988]
(a) छड़ के विभिन्न बिन्दुओं पर ऊष्मा का संचरण बन्द हो जाता है, क्योंकि ताप में वृद्धि नहीं हो रही है
(b) छड़ ऊष्मा का कुचालक है
(c) छड़ के प्रत्येक बिन्दु से ऊष्मा का विकिरण हो रहा है
(d) छड़ का प्रत्येक बिन्दु उसी दर से ऊष्मा अपने नजदीकी कण को दे रहा है जिस दर से उसे ऊष्मा प्राप्त हो रही है

9. एक ही धातु की बनी एवं समान अनुप्रस्थ काट की दो छड़ों की लम्बाईयाँ क्रमशः 0.6 m तथा 0.8 m हैं। प्रथम छड़ के सिरों का ताप 90^oC तथा 60^oC एवं द्वितीय छड़ के सिरों का ताप 150°C तथा 110^oC है। किस छड़ में ऊष्मा चालन की दर अधिक होगी
(a) प्रथम में (b) द्वितीय में
(c) दोनों में समान (d) उपरोक्त में कोई नहीं

10. दो भिन्न पदार्थों का ऊष्मा चालकता गुणांकों का अनुपात 5 : 4 है। यदि इन पदार्थों की दो छड़ें जिनका अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल बराबर है और इनका ऊष्मीय प्रतिरोध बराबर हैं, तो उनकी लम्बाइयों का अनुपात होगा [MP PET 1984; BVP 2003]
(a) 4 : 5 (b) 9 : 1
(c) 1 : 9 (d) 5 : 4

11. किसी धातु की ऊष्मा चालकता CGS पद्धति में 0.4 है। स्थायी अवस्था में यदि 10 कैलोरी प्रति सैकण्ड प्रति सेमी^{2} ऊष्मा का संचार होता है, तो ताप प्रवणता निम्न होगी [MP PMT 1989]
(a) $10°C/cm$ (b) $12°C/cm$
(c) $25°C/cm$ (d) $20°C/cm$

12. दो भिन्न धातुओं A तथा B के आयताकार टुकड़ों की लम्बाई एवं अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल एकसमान हैं। इन्हें अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफलों को स्पर्श कराते हुए एक साथ रखा जाता है। A टुकड़े के एक सिरे का ताप 100^oC और B के दूसरे सिरे का ताप 0^oC रखा जाता है। यदि A और B के चालकता गुणांक 1 : 3 के अनुपात में हैं, तो उनके अन्तरापृष्ठ जहाँ A और B स्पर्श करते हैं, का स्थाई अवस्था में ताप होगा [MP PMT 1985]
(a) 25°C (b) 50°C
(c) 75°C (d) 100°C

13. भिन्न धातुओं के बने बर्तन बिल्कुल एक से हैं। दोनों में समान मात्रा की बर्फ भरी है। इनमें भरा बर्फ क्रमश 20 मिनट तथा 30 मिनट में पूरी तरह पिघल जाता है। इनकी ऊष्मा चालकताओं का अनुपात होगा [MP PMT 1989; CMEET Bihar 1995]
(a) 1.5 (b) 1
(c) 2/3 (d) 4

14. दो समान लम्बाई की छड़ों A और B के दोनों सिरे समान ताप T_1 तथा T_2 पर हैं। छड़ों में ऊष्मा संचारण की समान दर की शर्त है कि [MP PMT 1991; CBSE PMT 2002]
(a) $K_1A_2 = K_2A_1$ (b) $K_1A_1 = K_2A_2$
(c) $K_1 = K_2$ (d) $K_1A_1^2 = K_2A_2^2$

15. परिवर्ती अवस्था में छड़ से प्रवाहित ऊष्मा की दर नियंत्रित होती है
(a) इसके पदार्थ के घनत्व से (b) विशिष्ट ऊष्मा से
(c) ऊष्मा चालकता से (d) उपर्युक्त सभी से

16. यदि चाँदी और ताँबे की ऊष्मा चालकता का अनुपात 10 : 9 है, तो इंजन हौज के प्रयोग में इनकी छड़ों पर पिघले मोम की लम्बाइयों का अनुपात होगा [DPMT 2001]
(a) 6 : 10 (b) $\sqrt{10}:3$
(c) 100 : 81 (d) 81 : 100

17. एक धातु की प्लेट की मोटाई 0.4 सेमी है। इसके दोनों पृष्ठों के मध्य तापों का अन्तर 20^oC है। इसके 5 सेमी क्षेत्रफल से 50 कैलोरी प्रति सैकण्ड ऊष्मा संचरित होती है। प्लेट का ऊष्मा चालकता गुणांक है (मात्रक CGS में)
(a) 0.4 (b) 0.6
(c) 0.2 (d) 0.5

18. सर्ल विधि द्वारा धातु की ऊष्मा चालकता ज्ञात करने के प्रयोग में छड़ में अनुदिश ताप प्रवणता होती है [MP PMT 1984]
(a) गर्म सिरे के समीप अधिक
(b) शीतल सिरे के समीप अधिक
(c) सभी बिन्दुओं पर समान
(d) गर्म सिरे से शीतल सिरे की ओर अधिक

19. ऊष्मीय प्रतिरोध की विमा है
(a) $M^{-1}L^{-2}T^3K$ (b) $ML^2T^{-2}K^{-1}$
(c) $ML^2T^{-3}K$ (d) $ML^2T^{-2}K^{-2}$

20. एक काँच के टुकड़े को उच्च ताप तक गर्म करके ठण्डा होने के लिये रखा गया है, यदि वह चटक जाता है, तो इसका मुख्यतः सम्भव कारण होगा [CPMT 1985]
(a) ऊष्मा चालकता कम होना
(b) ऊष्मा चालकता अधिक होना
(c) काँच की विशिष्ट ऊष्मा अधिक है
(d) काँच का गलनांक अधिक है

21. k_1 और k_2 ऊष्मा चालकता की दो दीवारें सम्पर्क में हैं तथा उनकी क्रमशः मोटाई d_1 और d_2 हैं। स्थिर अवस्था में उनके बाह्य सिरों का ताप T_1 और T_2 है, तो अन्तः सन्धि का ताप होगा

[MP PMT 1990; CBSE PMT 1999]

(a) $\frac{k_1T_1d_2 + k_2T_2d_1}{k_1d_2 + k_2d_1}$ (b) $\frac{k_1T_1 + k_2T_2}{d_1 + d_2}$

(c) $\left(\frac{k_1d_1 + k_2d_2}{T_1 + T_2}\right)T_1T_2$ (d) $\frac{k_1d_1T_1 + k_2d_2T_2}{k_1d_1 + k_2d_2}$

22. एक चकती समान मोटाई की ताँबे और पीतल की चकतियों से मिलकर बनी है, इनकी ऊष्मा चालकताओं का अनुपात 1 : 4 है। यदि पीतल का धरातल 100^oC पर और ताँबे का 0^oC पर है, तो अन्तः सन्धि का ताप होगा [IIT 1981; MP PMT 1987, 2001]

(a) $80°C$ (b) $20°C$

(c) $60°C$ (d) $40°C$

23. 0.5 m लम्बी छड़ में ताप प्रवणता $80^oC/m$ है। छड़ के गर्म सिरे का ताप $30°C$ है, तो ठण्डे सिरे का ताप होगा

(a) 40^oC (b) -10^oC

(c) 10^oC (d) 0^oC

24. किसी छड़ के एक सिरे को गर्म करने पर, ताप सर्वत्र समान होगा, यदि

(a) $K = 1$ (b) $K = 0$

(c) $K = 100$ (d) $K = \infty$

25. बर्फ की तुलना में हिम अधिक ऊष्मारोधी है क्योंकि

(a) हिम के छिद्र में वायु भरी रहती है

(b) बर्फ हिम की अपेक्षा अधिक कुचालक है

(c) बर्फ के छिद्रों में वायु भरी रहती है

(d) बर्फ का घनत्व अधिक रहता है

26. दो पतले कम्बल उनकी कुल मोटाई के तुल्य एक कम्बल, की तुलना में अधिक गर्माहट देते हैं क्योंकि

(a) उनका पृष्ठीय क्षेत्रफल अधिक रहता है

(b) दोनों पतले कम्बलों के मध्य वायु की पर्त बन जाती है और वह कुचालक रहती है

(c) उन दोनों में ऊन अधिक रहती है

(d) वे बाहर से अधिक ऊष्मा का शोषण करते हैं

27. झील पर बनी बर्फ की होती है

(a) अधिक ऊष्मीय चालकता, इससे और अधिक बर्फ बनने में सहायता मिलती है

(b) बहुत कम ऊष्मीय चालकता और अधिक बर्फ बनने को रोकती है

(c) इससे तेजी के साथ संवहन होता है और बर्फ बनने में मन्दन करती है

(d) यह अच्छी उत्सर्जक है

28. समान लम्बाई तथा समान पदार्थ की दो छड़ों के सिरों को जोड़ने पर दी गई ऊष्मा 12 सैकण्ड में एक सिरे से दूसरे सिरे तक संचारित हो जाती है। यदि उन्हें समान्तर क्रम में जोड़ा जाए तब समान ऊष्मा संचरण हेतु लगने वाला समय होगा

[BHU 1998; UPSEAT 2002]

(a) 24 s (b) 3 s

(c) 1.5 s (d) 48 s

29. A तथा B समान लम्बाई और वृत्तीय अनुप्रस्थ काट वाले दो तार हैं। A की त्रिज्या R_A, B त्रिज्या R_B से दुगुनी है, अर्थात् $R_A = 2R_B$। तार के दोनों सिरों के बीच एक नियत तापान्तर होने पर दोनों तार समान दर से ऊष्मा चालन करते हैं। दोनों तारों की ऊष्मीय चालकता में निम्नलिखित अनुपात होगा

(a) $K_A = 4K_B$ (b) $K_A = 2K_B$

(c) $K_A = K_B/2$ (d) $K_A = K_B/4$

30. दो भिन्न धातुओं की समान प्लेटों को जोड़कर एक प्लेट बनाई जाती है, जिसकी मोटाई प्रत्येक प्लेट की मोटाई से दुगुनी है। यदि प्रत्येक प्लेट का ऊष्मा चालकता गुणांक क्रमशः 2 इकाई और 3 इकाई है तो संयोजित प्लेट का ऊष्मा चालकता गुणांक होगा

(a) 5 इकाई (b) 2.4 इकाई

(c) 1.5 इकाई (d) 1.2 इकाई

31. यदि ताँबे की एक छड़ का अर्द्धव्यास और लम्बाई दोनों को ही दुगुना कर दिया जाये, तब उसमें बहने वाली ऊष्मा की दर बढ़ जाती है

(a) चार गुना (b) दो गुना

(c) आठ गुना (d) सोलह गुना

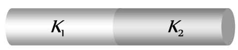
32. ताँबा, पारा और काँच के ऊष्मा चालकता गुणांक क्रमशः K_c, K_m और K_g हैं तथा $K_c > K_m > K_g$ हैं। यदि प्रत्येक में से प्रति सैकण्ड प्रति एकांक क्षेत्रफल समान ऊष्मा की मात्रा प्रवाहित होती है तथा संगत ताप-प्रवणता X_c, X_m और X_g हैं, तो

[MP PMT 1990]

(a) $X_c = X_m = X_g$ (b) $X_c > X_m > X_g$

(c) $X_c < X_m < X_g$ (d) $X_m < X_c < X_g$

33. यदि दो समान मोटाइयों की तथा K_1 व K_2 ऊष्मा चालकताओं की धातु के प्लेटों को जोड़कर एक संयुक्त प्लेट बनाई जाये, तो इस प्लेट की तुल्य ऊष्मा चालकता होगी [MP PMT 1991]



(a) $\frac{K_1K_2}{K_1 + K_2}$ (b) $\frac{2K_1K_2}{K_1 + K_2}$

(c) $\frac{(K_1^2 + K_2^2)^{3/2}}{K_1K_2}$ (d) $\frac{(K_1^2 + K_2^2)^{3/2}}{2K_1K_2}$

34. ऊष्मा की वह मात्रा जो चालन के दौरान धात्विक प्लेट का इकाई क्षेत्रफल पार करती है। निम्न पर निर्भर करती है

[MP PMT 1992; JIPMER 1997]

(a) धातु के घनत्व पर

(b) क्षेत्रफल के लम्बवत् ताप प्रवणता पर

(c) धातु को गर्म किये गये ताप पर

(d) धात्विक प्लेट के क्षेत्रफल पर

35. विभिन्न पदार्थों की दो छड़ों के सिरों जिनकी ऊष्मीय चालकताएँ, अनुप्रस्थ काट की त्रिज्याएँ एवं लम्बाइयाँ 1 : 2 के अनुपात में हैं, को समान तापान्तर पर रखा गया है। यदि बढ़ी छड़ में प्रवाहित ऊष्मा की दर 4 कैलोरी/सैकण्ड है तो छोटी छड़ में प्रवाहित ऊष्मा की दर होगी (कैलोरी/सैकण्ड में) [EAMCET 1986]

(a) 1 (b) 2
(c) 8 (d) 16

36. दो विभिन्न पदार्थों के गोले जिनमें एक की त्रिज्या दुगनी एवं दीवार की मोटाई दूसरे से $\frac{1}{4}$ गुनी है, बर्फ से भरे हैं। यदि सम्पूर्ण बर्फ पिघलने में बड़ी त्रिज्या वाले गोले को 25 मिनट एवं छोटी त्रिज्या वाले गोले को 16 मिनट लगते हों तो बड़ी त्रिज्या वाले गोले के पदार्थ की ऊष्मीय चालकता व छोटी त्रिज्या वाले गोले की ऊष्मीय चालकता का अनुपात है [EAMCET 1991]

(a) 4 : 5 (b) 5 : 4
(c) 25 : 1 (d) 1 : 25

37. एक ही पदार्थ की बनी दो धात्विक छड़ों के व्यासों का अनुपात 2 : 1 है तथा उनकी लम्बाइयों का अनुपात 1 : 4 है। यदि उनके सिरों के बीच तापान्तर समान हो, तो उनमें ऊष्मा प्रवाह की दरों का अनुपात होगा [MP PET 1994]

(a) 2 : 1 (b) 4 : 1
(c) 8 : 1 (d) 16 : 1

38. समान लम्बाई और व्यास वाले दो बेलन P और Q भिन्न धातुओं के हैं जिनकी ऊष्मा चालकताओं का अनुपात 2 : 3 है। इन दोनों बेलनों को मिलाकर एक बेलन बनाया गया है। P का एक सिरा $100°C$ पर तथा Q का दूसरा सिरा $0°C$ पर रखा गया है। P और Q के अन्तरापृष्ठ के ताप का मान होगा

[MP PMT 1994; EAMCET 2000]

(a) 30^oC (b) 40^oC
(c) 50^oC (d) 60^oC

39. ताँबे व लोहे की दो एकसमान छड़ें एक समान रूप से मोम से लेपी गई हैं। प्रत्येक का एक सिरा उबलते पानी के ताप पर रखा गया है तब उन पर मोम पिघलने की लम्बाई क्रमशः 8.4 सेमी व 4.2 सेमी है। यदि ताँबे का ऊष्मा चालकता गुणांक 0.92 है, तो लोहे का ऊष्मा चालकता गुणांक है [MP PET 1995]

(a) 0.23 (b) 0.46
(c) 0.115 (d) 0.69

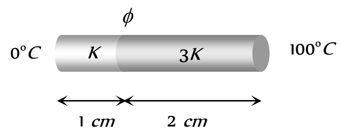
40. मिट्टी के घर गर्मियों में ठण्डे तथा सर्दियों में गरम होते हैं, क्योंकि [BVP 2003]

(a) मिट्टी ऊष्मा की अतिचालक (Superconductor) है
(b) मिट्टी ऊष्मा की अच्छी सुचालक है
(c) मिट्टी ऊष्मा की बुरी सुचालक है
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

41. ऊष्मीय स्थायी दशा में 20 सेमी लम्बी छड़ के गरम व ठंडे सिरों का तापमान क्रमशः 100^oC व 20^oC है। छड़ के ठीक बीचोंबीच तापमान है [MP PMT 1996]

(a) 50^oC (b) 60^oC
(c) 40^oC (d) 30^oC

42. दो छड़ें, जिनकी ऊष्मा चालकता क्रमशः K तथा $3K$ है तथा जिनके अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल समान है, को चित्रानुसार जोड़कर रखा गया है। उनकी लम्बाई क्रमशः 1 सेमी तथा 2 सेमी है। यदि इस संयुक्त छड़ के दोनों सिरों का ताप क्रमशः 0^oC तथा $100°C$ है (देखिए चित्र), तो उनके अन्तरापृष्ठ का ताप ϕ का मान है



(a) 50^oC (b) $\frac{100}{3}\,^oC$
(c) 60^oC (d) $\frac{200}{3}\,^oC$

43. 10 सेमी लम्बी और 100 वर्ग सेमी अनुप्रस्थ काट वाली एक तांबे की छड़ में से 4000 जूल/सैकण्ड की ऊष्मा प्रवाहित करना है। ताँबे की ऊष्मा चालकता 400 वाट/मी°C है। छड़ के दोनों सिरों को किस तापान्तर पर रखना होगा [MP PMT 1999]

(a) 1^oC (b) 10^oC
(c) 100^oC (d) 1000^oC

44. ठंडी सुबह में, धातु की सतह लकड़ी की तुलना में अधिक ठंडी महसूस होती है क्योंकि [AIIMS 1998]

(a) धातु की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होती है
(b) धातु की ऊष्मीय चालकता अधिक होती है
(c) धातु की विशिष्ट ऊष्मा कम होती है
(d) धातु की ऊष्मीय चालकता कम होती है

45. किसी ठोस में एक सिरे से दूसरे सिरे तक ऊष्मा प्रवाह होने के लिए आवश्यक है [Pb. PMT 1999; EAMCET 1998]

(a) एकसमान घनत्व (b) घनत्व प्रवणता
(c) ताप प्रवणता (d) एकसमान ताप

46. लकड़ी का गुटका एवं लोहे का गुटका एक मनुष्य को समान रूप से ठन्डे अथवा अथवा गर्म प्रतीत होते हैं। लकड़ी एवं लोहे के गुटकों के ताप हैं [AIIMS 1999]

(a) शरीर के ताप के बराबर (b) शरीर के ताप से कम
(c) शरीर के ताप से अधिक (d) (b) या (c)

47. इन्जन हौज प्रयोग के अनुसार धात्विक छड़ की ऊष्मीय चालकता K तथा छड़ पर पिघले मोम की लम्बाई l में सम्बन्ध है

[UPSEAT 1999]

(a) K/l = नियतांक (b) K^2/l = नियतांक
(c) K/l^2 = नियतांक (d) Kl = नियतांक

48. एक झील की सतह पर पानी का ताप 20^oC है। तब झील में जमी बर्फ के नीचे पानी का ताप है [RPET 2000]

(a) -4^oC (b) 0^oC

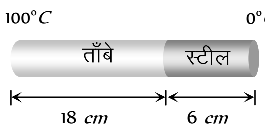
(c) 4^oC (d) -20^oC

49. 1 मीटर लम्बी एवं $100\,cm^2$ अनुप्रस्थ परिच्छेद वाली धातु की छड़ के एक सिरे का ताप 100^oC है। यदि धातु के दूसरे सिरे का ताप 0^oC है तो छड़ से प्रति मिनट प्रवाहित होने वाली ऊष्माओं की मात्रा है (छड़ के पदार्थ का ऊष्मीय चालकता गुणांक $=100$ वॉट/मीटर $\times$ केल्विन) [EAMCET (Engg.) 2000]

(a) 3×10^3 जूल (b) 6×10^3 जूल

(c) 9×10^3 जूल (d) $12\times10^3 J$ जूल

50. ताँबे का ऊष्मा चालकता गुणांक इस्पात के ऊष्मा चालकता गुणांक का नौ गुना है। चित्र में दिखायी गयी संयुक्त बेलनाकार छड़ के संधि-स्थल का तापमान है [MP PMT 2000; BHU 2004]



(a) 75^oC

(b) 67^oC

(c) 33^oC

(d) 25^oC

51. एक ही पदार्थ की दो छड़ों की लम्बाईयों का अनुपात $1:2$ तथा त्रिज्याओं का अनुपात $2:3$ है। यदि छड़ों के सिरों के तापान्तर समान हों तो स्थाई अवस्था में छड़ों से प्रति सैकण्ड प्रवाहित ऊष्माओं का अनुपात होगा [MP PET 2000]

(a) 1: 3 (b) 4 : 3

(c) 8 : 9 (d) 3 : 2

52. एक गुटका दो भिन्न पदार्थो की समान्तर परतों से मिलकर बना है। इन परतों की मोटाई समान है तथा ऊष्मा चालकताएँ K_1 तथा K_2 हैं। इस संयोग की तुल्य चालकता है [BHU 2001]

(a) K_1+K_2 (b) $\frac{K_1+K_2}{2}$

(c) $\frac{2K_1K_2}{K_1+K_2}$ (d) $\frac{K_1+K_2}{2K_1K_2}$

53. दो सर्वसम बर्तनों में बर्फ की समान मात्राऐं भरी हुई हैं। ये भिन्न-भिन्न धातुओं के बने हुए हैं। यदि इन दो बर्तनों में भरी हुई बर्फ पिघलने में क्रमशः 20 तथा 35 मिनट लगते हैं। तब दोनों धातुओं के ऊष्मा चालकता गुणांकों का अनुपात है [AFMC 1998; MP PET 2001]

(a) 4 : 7 (b) 7 : 4

(c) 16 :49 (d) 49 : 16

54. झील की ऊपरी सतह का ताप 2^oC है। झील की तली का ताप क्या होगा [Orissa JEE 2002]

(a) 2^oC (b) 3^oC

(c) 4^oC (d) 1^oC

55. 50 सेमी लम्बी तथा 5 सेमी.^{2} परिच्छेद क्षेत्रफल वाली एक छड़ में ऊष्मा प्रवाहित हो रही है। इसके सिरे क्रमशः 25^oC एवं 125^oC पर है। छड़ के पदार्थ का ऊष्मा चालकता गुणांक 0.092 किलो कैलोरी /मी.$\times$ सैकन्ड$\times$ ^{o} से है। छड़ में ताप प्रवणता है [MP PET 2002]

(a) $2^oC/cm$ (b) $2^oC/m$

(c) $20^oC/cm$ (d) $20^oC/m$

56. इंजन हौज के एक प्रयोग में एकसमान परन्तु भिन्न-भिन्न पदार्थो की दो छड़ों पर मोम क्रमशः $10\,cm$ और $25\,cm$ लम्बाई तक पिघलता है। छड़ों के पदार्थो की ऊष्मा चालकताओं का अनुपात है [MP PET 2002]

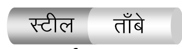
(a) $1:6.25$ (b) 6.25 : 1

(c) $1:\sqrt{2.5}$ (d) 1 : 2.5

57. निम्न छड़ों (विमीय रूप से समान है) में से किसमें ऊष्मीय धारा अधिकतम होगी [Orissa JEE 2003]

(a)

(b)

(c) 

(d)

58. समान लम्बाई तथा समान अनुप्रस्थ काट की दो छड़ें लम्बाई के अनुदिश जुड़ी हैं। प्रथम तथा द्वितीय छड़ों की ऊष्मीय चालकताऐं K_1 तथा K_2 हैं तथा प्रथम तथा द्वितीय छड़ों के मुक्त सिरों के ताप क्रमशः θ_1 व θ_2 हैं, तो उभयनिष्ठ सन्धि का ताप होगा [MP PET 2003]

(a) $\frac{\theta_1+\theta_2}{2}$ (b) $\frac{K_1K_2}{K_1+K_2}(\theta_1+\theta_2)$

(c) $\frac{K_1\theta_1+K_2\theta_2}{K_1+K_2}$ (d) $\frac{K_2\theta_1+K_1\theta_2}{K_1+K_2}$

59. समान मोटाई परन्तु विभिन्न पदार्थो की दो छड़ों जिनकी ऊष्मीय चालकताऐं क्रमशः K तथा $2K$ हैं, को जोड़ कर संयुक्त छड़ बनायी गई, इसकी तुल्य ऊष्मीय चालकता होगी [CBSE PMT 2003]

(a) $\sqrt{2K}$ (b) $3K$

(c) $\frac{4}{3}K$ (d) $\frac{2}{3}K$

60. समान लम्बाई एवं समान अनुप्रस्थ काट वाली दो छड़ों को सिरों से जोड़ा गया है। इनकी तापीय चालकताएँ 5 : 3 में है। यदि पहली छड़ के स्वतंत्र सिरे का ताप $100^\circ C$ एवं दूसरी छड़ के स्वतंत्र सिरे का ताप $20^\circ C$ हो, तब सन्धि स्थल का ताप होगा [CPMT 1996; DPMT 1997, 03; BVP 2004]

(a) $70^\circ C$ (b) $50^\circ C$

(c) $50^\circ C$ (d) $90^\circ C$

61. सर्दियों में ऊन के कपड़े पहने जाते हैं, क्योंकि ऊन के कपड़े [EAMCET 1978; AIIMS 1998]

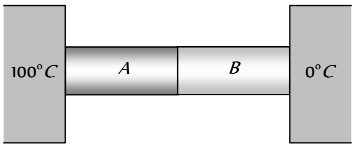
(a) ऊष्मा उत्पन्न करने के अच्छे स्त्रोत होते हैं

(b) वातावरण से ऊष्मा का अवशोषण करते रहते हैं

(c) ऊष्मा के कुचालक हैं

(d) शरीर को निरंतर ऊष्मा देते हैं

62. एक ही आकार के दो धात्विक घनों A तथा B को साथ जोड़कर रखा गया है। युग्म के अन्तिम सिरों को चित्र में दर्शाये गये तापमानों पर स्थिर रखा जाता है। यह विन्यास (Arrangement) ऊष्मारोधित (Thermally insulated) है। धातुओं A तथा B के ऊष्मा चालकता गुणांक क्रमशः $300\ W/m°C$ तथा $200\ W/m°C$ है, तब स्थायी अवस्था में अन्तरापृष्ठ का तापमान T है [IIT 1996]



(a) $45°C$
(b) $90°C$
(c) $30°C$
(d) $60°C$

63. एक बेलनाकार छड़ के सिरों के ताप T_1 व T_2 हैं। ऊष्मा प्रवाह की दर Q_1 *cal/sec* है। यदि छड़ की सभी रेखीय विमायें दोगुनी कर दी जाये, एवं ताप को नियत रखा जाये, तब ऊष्मा प्रवाह की दर Q_2 होगी [CBSE PMT 2001]

(a) $4Q_1$ (b) $2Q_1$
(c) $\frac{Q_1}{4}$ (d) $\frac{Q_1}{2}$

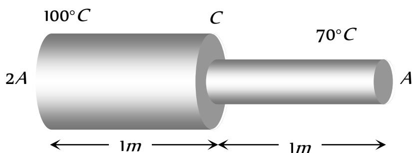
64. एक वस्तु की लम्बाई 1*m* एवं अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 0.75*m* हैं। इसमें से ऊष्मा प्रवाह की दर 6000 *Joule/sec* है। यदि ऊष्मीय चालकता $K = 200\ Jm^{-1}K^{-1}$ हो तब इसके सिरों के बीच तापान्तर होगा [CPMT 2001]

(a) $20°C$ (b) $40°C$
(c) $80°C$ (d) $100°C$

65. एक दीवार दो परतों A व B से मिल कर बनी है। दोनो परतों के पदार्थ अलग–अलग हैं। दोनों की ऊष्मीय चालकताएँ क्रमशः K_A व K_B हैं एवं $K_A = 3K_B$ दीवार के सिरों के बीच तापान्तर $20°C$ है। तापीय साम्य में, [CPMT 1998]

(a) A के सिरों के बीच तापान्तर $15°C$ है
(b) A के सिरों के बीच तापान्तर $5°C$ है
(c) A के सिरों के पर तापान्तर $10°C$ है
(d) A से ऊष्मा प्रवाह की दर B की तुलना में अधिक है

66. 2 मीटर लम्बी एक छड़ के अनुप्रस्थ काट चित्रानुसार $2A$ व A हैं। इसके दोनों सिरे क्रमशः $100°C$ एवं $70°C$ पर हैं। मध्य बिन्दु C का ताप है [CPMT 2000]



(a) $80°C$
(b) $85°C$
(c) $90°C$
(d) $95°C$

67. दो विभिन्न पदार्थो की ऊष्मीय चालकताओं का अनुपात 5 : 3 है। यदि इन पदार्थो से बनी समान मोटाई की छड़ों के ऊष्मीय प्रतिरोध समान हों, तब इनकी लम्बाईयों का अनुपात होगा [BHU 2000]

(a) 3 : 5 (b) 5 : 3
(c) 3 : 4 (d) 3 : 2

68. निम्नलिखित में से कौनसी वृत्ताकार छड़ (त्रिज्या r तथा लम्बाई l) जिनमें प्रत्येक समान पदार्थ से बनी है तथा जिनके सिरों के बीच तापान्तर समान है, अधिकतम ऊर्जा का चालन करेगी [CBSE PMT 2005]

(a) $r = 2r_0;\ l = 2l_0$ (b) $r = 2r_0;\ l = l_0$
(c) $r = r_0;\ l = l_0$ (d) $r = r_0;\ l = 2l_0$

संवहन

1. अग्नि से एक निश्चित दूरी तक ऊर्ध्वाधर तल में अधिक गर्मी होती है , जबकि क्षैतिज तल में उसी दूरी पर कम गर्मी होती है, इसका कारण है कि [NCERT 1976, 79, 80; AIIMS 2000]

(a) ऊष्मा का चालन ऊपर की ओर होता है
(b) ऊष्मा का विकिरण ऊपर की ओर होता है
(c) संवहन द्वारा ऊपर की ओर अधिक ऊष्मा जाती है
(d) चालन, संवहन तथा विकिरण सभी मिलकर ऊष्मा को ऊपर ले जाते हैं

2. जाड़े के दिनों में हम धूप में बैठना पसन्द करते हैं क्योंकि

(a) घिरी हुई वायु गर्म रहती है, जिससे शरीर को ऊष्मा मिलती है
(b) सूर्य से हमें ऊर्जा मिलती है
(c) सूर्य से हमें चालन द्वारा ऊष्मा मिलती है
(d) उपरोक्त कोई नहीं

3. वायु ऊष्मा की कुचालक अथवा अल्प चालक है, तो भी थर्मस फ्लास्क की दीवारों के बीच निर्वात् रखा जाता है, क्योंकि

(a) थर्मस की दीवारों के बीच वायु भरना एक कठिन कार्य है
(b) वायु का दाब अधिक होने से थर्मस फूट सकता है
(c) वायु से संवहन द्वारा ऊष्मा का संचरण हो सकता है
(d) वायु भरने से कोई लाभ नहीं मिलता है

4. द्रव की ऊष्मीय चालकता ज्ञात करने के लिये हम ऊपर का भाग गर्म और नीचे का भाग ठण्डा रखते हैं, जिससे [CPMT 1985; MP PMT/PET 1988]

(a) जिससे संवहन नहीं होता
(b) विकिरण रोकने के लिये
(c) नीचे की ओर ऊष्मा संचालन सरल रहता है
(d) यह सरल और सुविधाजनक भी होता है

5. मकान में वायु के अच्छे चालन हेतु यह आवश्यक है कि खिड़कियाँ, छत व फर्श के निकट खुली होनी चाहिये, जिससे वायु का प्रवाह कमरे में रहता है

(a) अधिक
(b) फर्श के निकट से अधिक ठण्डी वायु प्रवेश करती है और गर्म वायु छत के निकट से निकलती है
(c) फर्श के निकट से गर्म वायु प्रवेश करती है और ठण्डी वायु छत के निकट से निकलती है
(d) छत के निकट से गर्म वायु निष्कासित होती है

6. वायुमण्डल की परतें गर्म होती हैं [MP PET 1986]

(a) संवहन द्वारा (b) चालन द्वारा
(c) विकिरण द्वारा (d) चालन एवं विकिरण द्वारा

7. ऊष्मा स्थानान्तरण की वह विधा, जिसमें ऊष्मा गतिमान कणों द्वारा स्थानान्तरित होती है, कहलाती है [KCET 1999]

(a) विकिरण (b) चालन
(c) संवहन (d) तंरग गति

8. बन्द कमरे में, ऊष्मा का स्थानान्तरण किस विधि से होता है [BHU 2001]
(a) चालन (b) संवहन
(c) विकिरण (d) उपरोक्त सभी

9. ऊष्मा संचरण की कौनसी विधा गुरुत्वाकर्षण पर आधारित है [CBSE PMT 2000]
(a) प्राकृतिक संवहन (b) चालन
(c) विकिरण (d) द्रवों का विलोड़न

10. जब किसी तरल को तली से गर्म किया जाता है, तब संवहन धारायें उत्पन्न हो जाती हैं, क्योंकि [UPSEAT 2000]
(a) तरल के अणुओं की गति संरेखित हो जाती है
(b) तरल में अणुओं की टक्करें होने लगती हैं
(c) गर्म तरल इसके ऊपर स्थित ठंडे तरल से अधिक सघन हो जाता है
(d) गर्म तरल इसके ऊपर स्थित ठंडे तरल से कम सघन हो जाता है

11. भारहीनता की अवस्था में यदि द्रव को गर्म किया जाए तब ऊष्मा संचरण की विधि होगी [RPMT 1996]
(a) चालन
(b) संवहन
(c) विकिरण
(d) कोई नहीं, क्योंकि भारहीनता की स्थिति में द्रव गर्म नहीं होगा

12. कृत्रिम संवहन की परिस्थितियों में ठंडे हो रहे पिण्ड से ऊष्मा हानि की दर समानुपाती होती है उसकी (A) ऊष्मीय क्षमता के (B) पृष्ठीय क्षेत्रफल के (C) परम ताप के (D) वायुमंडलीय ताप से ताप आधिक्य के तो बताइये कि [NCERT 1982]
(a) A, B, C सही हैं (b) केवल A व C सही हैं
(c) केवल B व D सही हैं (d) केवल D सही है

13. निम्न में से किस प्रक्रम में प्राथमिक रूप से संवहन नहीं होता है [IIT-JEE (Screening) 2005]
(a) जल समीर और थल समीर
(b) जल का उबलना
(c) फिलामेंट के कारण कांच के वल्ब का गर्म होना
(d) किसी भट्टी के चारों ओर वायु का गर्म होना

विकिरण (सामान्य, किरचॉफ का नियम एवं कृष्ण पिण्ड)

1. एक स्वच्छ दिन में एक पिण्ड T ताप पर ऊँची पहाड़ी पर रखा गया है। उसी प्रकार का एक पिण्ड, उसी ताप पर पहाड़ी के नीचे भूमि पर रखा गया है। दोनों को दो घण्टे के लिये सूर्य प्रकाश में समान अवस्था में रखा जाता है, पहाड़ी की चोटी पर रखे पिण्ड का ताप होगा [CPMT 1988]
(a) तल पर रखे पिण्ड के ताप से अधिक
(b) तल पर रखे पिण्ड के ताप से कम
(c) दोनों का ताप समान होगा
(d) उपरोक्त कोई नहीं

2. निर्वात् में ऊष्मीय विकिरण की गति है [EAMCET 1982; KCET 1998]
(a) प्रकाश के बराबर (b) प्रकाश से कम
(c) प्रकाश से अधिक (d) ध्वनि के बराबर

3. ऊष्मा के स्थानान्तरण की दर किस विधि में अधिकतम होगी [EAMCET 1977; MP PMT 1994; MH CET 2001]
(a) चालन
(b) संवहन
(c) विकिरण
(d) इन सभी में समान वेग से ऊष्मा का स्थानान्तरण होता है

4. ऊष्मीय विकिरणों का पता लगाने के लिये निम्न में से सही प्रक्रिया है [Manipal MEE 1995, UPSEAT 2000]
(a) स्थिर आयतन तापमापी
(b) काँच द्रव तापमापी
(c) सिक्स का अधिकतम व न्यूनतम तापमापी
(d) थर्मोपाइल

5. थर्मस पर अच्छी तरह से पॉलिश क्यों की जाती है [AFMC 1996]
(a) आकर्षक बनाने के लिए
(b) चमक के लिए
(c) बाहर की सभी विकिरण को अवशोषित करने के लिए
(d) बाहर की सभी विकिरणों को परावर्तित करने के लिए

6. निर्वात में ऊष्मा संचरण की विधि होती है [AIIMS 1998; CPMT 2003]
(a) चालन (b) संवहन
(c) विकिरण (d) चालन व संवहन दोनों

7. एक विद्युत-हीटर की विद्युत सप्लाई बंद कर दी जाती है जिससे इसकी कुण्डली का ताप वातावरण के ताप तक गिर जाता है लेकिन इससे और अधिक ठन्डा नहीं होता है क्योंकि [CPMT 2001]
(a) सप्लाई बन्द है
(b) यह धातु का बना है
(c) वातावरण उत्सर्जन कर रहा है
(d) हीटर एवं वातावरण के ताप समान हैं

8. मानव शरीर से उत्सर्जित विकिरण सम्बन्धी कौनसा कथन सत्य है [CBSE PMT 2003]
(a) केवल दिन में ही विकिरण उत्सर्जित होते हैं
(b) गर्मियों में विकिरण उत्सर्जित होते हैं एवं सर्दियों में अवशोषित होते हैं
(c) उत्सर्जित विकिरण पराबैंगनी क्षेत्र में होते हैं अतः अदृश्य होते हैं
(d) उत्सर्जित विकरण अवरक्त क्षेत्र में होते हैं

9. पृथ्वी, वर्णक्रम के अवरक्त क्षेत्र में विकिरण विकरित करती है। यह वर्णक्रम सही रूप में दिया जाता है [RPET 2002; AIEEE 2003]
(a) वीन (Wein's) नियम से
(b) रैले जीन्स (Reyleigh Jeans) नियम
(c) प्लांक (Planck's) का विकिरण नियम
(d) स्टीफन (Stefan's) का विकिरण नियम

10. अवरक्त विकिरणों को निम्न में से किस उपकरण द्वारा संसूचित किया जाता है [AIEEE 2002]
(a) स्पेक्ट्रोमीटर (b) पायरोमीटर
(c) नेनोमीटर (d) फोटोमीटर

11. निम्न में से गलत कथन चुनें [KCET 2002]

(a) अवरक्त विकिरणों का उपयोग लम्बी दूरी की फोटोग्राफी में होता है

(b) परमाणु में इलेक्ट्रॉन संक्रमण के कारण अवरक्त विकिरण उत्पन्न होते हैं

(c) अवरक्त विकिरणों को वोलोमीटर द्वारा संसूचित किया जाता है

(d) अवरक्त विकिरणों का प्राकृतिक स्रोत सूर्य है

12. एक गर्म वस्तु एवं एक ठंडी वस्तु निर्वात में कुछ अन्तराल पर स्थित है निम्न में से कौनसी विधा से गर्म वस्तु का ताप घटेगा [AFMC 2005]

(a) विकिरण (b) संवहन

(c) चालन (d) ताप नियत रहेगा

13. ऊष्मा के अच्छे अवशोषक होते हैं [J & K CET 2002]

(a) बुरे उत्सर्जक (b) उत्सर्जन ही नहीं करते

(c) अच्छे उत्सर्जक (d) बहुत अधिक चमकदार

14. पूर्ण कृष्ण पिण्ड की अवशोषण क्षमता होती है [RPMT 2001; RPET 2001, 03; MP PMT 1989, 92;AFMC 2003]

(a) 1 (b) 0.5

(c) 0 (d) अनन्त

15. कोई पदार्थ जब उच्च तापक्रम पर होता है केवल $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ और λ_4 तरंगदैर्ध्य उत्सर्जित करता है, जब यह पदार्थ अपेक्षाकृत ठंडे तापक्रम पर होगा तब वह केवल निम्न तरंगदैर्ध्य का अवशोषण करेगा [MP PET 1990]

(a) λ_1 (b) λ_2

(c) λ_1 एवं λ_2 (d) $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ एवं λ_4

16. श्वेत त्वचा के व्यक्ति की तुलना में काले त्वचा का व्यक्ति अनुभव करता है [CPMT 1988]

(a) कम गर्मी और अधिक सर्दी

(b) अधिक गर्मी और अधिक सर्दी

(c) अधिक गर्मी और कम सर्दी

(d) कम गर्मी और कम सर्दी

17. उत्सर्जन क्षमता और अवशोषण क्षमता के मध्य का सम्बन्ध है (कृष्णिका के लिए)

(a) $e = a$ (b) $e = \frac{1}{a}$

(c) $e = a^2$ (d) $a = e^2$

18. निम्न में से कौनसा कथन असत्य है [BCECE 2001]

(a) चिकने पृष्ठ की अपेक्षा खुरदरा पृष्ठ अच्छा उत्सर्जक है

(b) उच्च कोटि के चमकदार पृष्ठ अच्छे उत्सर्जक हैं

(c) कृष्ण पृष्ठ, श्वेत पृष्ठ की अपेक्षा अच्छे अवशोषक हैं

(d) कृष्ण पृष्ठ, श्वेत पृष्ठ की अपेक्षा अच्छे उत्सर्जक हैं

19. एक बर्फ की सिल्ली का आधा भाग काले कपड़े से तथा शेष आधा भाग सफेद कपड़े से ढककर उसे सूर्य के प्रकाश में रखा जाता है। कुछ समय पश्चात् कपड़े हटा दिये जाते हैं। गलन से सम्बन्धित सत्य कथन है

(a) सफेद कपड़े से ढका बर्फ का भाग अधिक गलता है

(b) काले कपड़े से ढका बर्फ का भाग अधिक गलता है

(c) दोनों कपड़ों के लिये बर्फ का समान भाग पिघलता है

(d) यह बर्फ के चारों ओर के ताप पर निर्भर करता है

20. यदि λ और $\lambda + d\lambda$ तरंगदैर्ध्य के बीच किसी पिंड की उत्सर्जन तथा अवशोषण क्षमतायें क्रमशः e_λ और a_λ हैं तथा आदर्श कृष्णिका की उत्सर्जन क्षमता E_λ हो, तो किरचॉफ के नियम के अनुसार निम्न सत्य होता है [RPMT 1998; MP PET 1991]

(a) $e_\lambda = a_\lambda = E_\lambda$ (b) $e_\lambda E_\lambda = a_\lambda$

(c) $e_\lambda = a_\lambda E_\lambda$ (d) $e_\lambda a_\lambda E_\lambda =$ स्थिरांक

21. यदि किसी वस्तु पर p कैलोरी ऊष्मा आपतित होने पर q कैलोरी वस्तु द्वारा अवशोषित होती है, तो वस्तु की अवशोषण क्षमता होगी

(a) p/q (b) q/p

(c) p^2/q^2 (d) q^2/p^2

22. कृष्णिका विकिरण में स्पैक्ट्रमी ऊर्जा वितरण को सही रूप से दर्शाया जा सकता है [MP PMT 1989]

(a) वीन के नियम द्वारा (b) स्टीफन के नियम द्वारा

(c) प्लांक के नियम द्वारा (d) किरचॉफ के नियम द्वारा

23. बरसात के मौसम की एक स्वच्छ रात्रि को, साइकिल की काली सीट गीली हो जाती है, क्योंकि

(a) वह नमी को अवशोषित कर लेती है

(b) काली सीट ऊष्मा की अच्छी अवशोषक है

(c) काली सीट ऊष्मा की अच्छी उत्सर्जक है

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

24. एक चमकीली धातु की प्लेट को जिस पर एक रूक्ष काला धब्बा है, लगभग 1400 K तक गर्म किया जाता है और तेजी से अंधेरे कमरे में लाया जाता है। निम्न में से कौनसा कथन सत्य होगा [NCERT 1984; CPMT 1998]

(a) प्लेट की अपेक्षा धब्बा ज्यादा चमकीला प्रतीत होगा

(b) प्लेट की अपेक्षा धब्बा ज्यादा काला प्रतीत होगा

(c) धब्बा और प्लेट समान रूप से चमकीले प्रतीत होंगे

(d) धब्बा और प्लेट अँधेरे कमरे में दिखाई नहीं देंगे

25. निश्चित ताप पर दी हुयी तरंगदैर्ध्य के लिये किसी वस्तु की उत्सर्जन क्षमता का समान परिस्थितियों में कृष्ण वस्तु की उत्सर्जन क्षमता से अनुपात कहलाता है [RPMT 1997]

(a) सापेक्षिक उत्सर्जकता (b) उत्सर्जकता

(c) अवशोषण गुणांक (d) परावर्तन गुणांक

26. फ्रॉनहाफर रेखाओं का कारण है [RPMT 1996; EAMCET 2001]

(a) विकिरण का वर्णमण्डल (Chromosphere) द्वारा परावर्तन

(b) विकिरण का वर्णमण्डल (Chromosphere) द्वारा अवशोषण

(c) विकिरण का वर्णमण्डल (Chromosphere) द्वारा उत्सर्जन

(d) विकिरण का वर्णमण्डल (Chromosphere) द्वारा पारगमन

27. दो थर्मामीटरों A तथा B को धूप में रखा जाता है। A के बल्ब को काला रंग दिया जाता है, जबकि B के बल्ब को नहीं रंगा गया है। निम्न में से कौनसा कथन दोनों में होने वाली प्रक्रिया को सही–सही समझाता है [BHU (Med.) 1999; MH CET 1999]

(a) A का ताप B की अपेक्षा अधिक तेजी से बढ़ेगा किन्तु अंतिम ताप दोनों में समान होगें।

(b) प्रारम्भ में A और B दोनों समान ताप वृद्धि दर्शायेंगे

(c) A का ताप हमेशा B से अधिक बना रहेगा

(d) B का ताप तेजी से बढ़ेगा

28. किसी वस्तु पर एक काला धब्बा है। यदि वस्तु को गर्म करें तथा इसको अंधकारयुक्त कमरे में ले जाए तो यह अधिक चमकता है। इसको किस नियम के आधार पर समझाया जा सकता है [RPET 2000]

(a) न्यूटन के शीतलन नियम (b) बीन का नियम

(c) किरचॉफ का नियम (d) स्टीफन का नियम

29. जब लाल रंग के काँच को अंधेरे में गर्म किया जाये तो यह प्रतीत होगा [RPET 2000]

(a) हरा (b) बैंगनी

(c) काला (d) पीला

30. एक गर्म वस्तु बहुत तेजी से ऊष्मा विकरित करती है यदि इसका पृष्ठ हो [UPSEAT 1999, 2000]

(a) सफेद तथा चिकना (b) सफेद तथा खुरदरा

(c) काला तथा चिकना (d) काला तथा खुरदरा

31. वह वस्तु जो सभी सम्भव तरंगदैर्ध्यो के विकिरणों को उत्सर्जित करती है, कहलाती है [CPMT 2001; Pb. PET 2002]

(a) सुचालक (b) आंशिक उत्सर्जक

(c) फोटॉनों की अवशोषक (d) पूर्ण कृष्ण पिण्ड

32. निम्नलिखित में से आदर्श कृष्ण पिण्ड का उदाहरण है [AIEEE 2002; CBSE PMT 2002]

(a) काजल (b) ब्लैक बोर्ड

(c) सूक्ष्म छिद्र-युक्त बॉक्स (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

33. एक कृष्ण पिण्ड कमरे के ताप पर है। इसको एक भट्टी में फैंक दिया जाता है। तब यह प्रेक्षित होता है कि [IIT-JEE (Screening) 2002]

(a) प्रारम्भ में यह सबसे काली तथा बाद में सबसे चमकदार दिखाई देती है

(b) यह प्रत्येक समय काली दिखाई देती है

(c) इसको किसी भी समय विभेदित (पहचाना) नहीं किया जा सकता है

(d) प्रारम्भ में यह सबसे काली दिखाई देती है तथा बाद में इसको विभेदित नही किया जा सकता है

34. एक खुली खिड़की का अवशोषण गुणांक है [KCET 2004]

(a) शून्य (b) 0.5

(c) 1 (d) 0.25

35. प्रकाश का अवरक्त स्पेक्ट्रम देखने के लिए किस पदार्थ के प्रिज्म का उपयोग किया जाता हैं [RPMT 2000]

(a) रॉक सॉल्ट (b) निकॉल

(c) फ्लिन्ट (d) क्राउन

36. निम्न में से कौनसा कथन गलत है [RPMT 2001]

(a) एक अच्छा अवशोषक एक बुरा उत्सर्जक है

(b) प्रत्येक वस्तु प्रत्येक ताप पर विकिरणों का अवशोषण एवं उत्सर्जन करती है

(c) एक कृष्ण पिण्ड द्वारा उत्सर्जित सभी विकिरणों की ऊर्जा सभी तरंगदैर्ध्यों के लिये समान होती है

(d) आदर्श कृष्ण पिण्ड की उच्चतम उत्सर्जन की तरंगदैर्ध्य और ताप में सम्बन्ध प्रदर्शित करने वाला नियम प्लांक नियम है

37. एक नीले काँच के टुकड़े को उच्च ताप तक एवं लाल काँच के टुकड़े को कमरे के ताप तक गर्म किया जाता है। अब इन्हें कम प्रकाश वाले कमरे में ले जाया जाता है, तब [KCET 2005]

(a) नीला टुकड़ा नीला एवं लाल टुकड़ा सामान्य दिखाई देगा

(b) लाल टुकड़ा चमकता हुआ, लाल एवं नीला टुकड़ा सामान्य नीला दिखाई देगा

(c) लाल टुकड़े की तुलना में नीला टुकड़ा चमकता हुआ लाल दिखाई देगा

(d) दोनों टुकड़े एकसमान लाल दिखाई देंगे

38. निम्न में से कौनसा नियम बतलाता है, कि "अच्छे अवशोषक अच्छे उत्सर्जक हैं" [Orissa JEE 2005]

(a) स्टीफन नियम (b) किरचॉफ नियम

(c) प्लॉंक नियम (d) बीन नियम

विकिरण (वीन का नियम)

1. वीन के नियमानुसार [DCE 1995, 96; MP PET/PMT 1988 DPMT 1999; AIIMS 2002; CBSE PMT 2004]

(a) $\lambda_m T$ = नियतांक (b) $\frac{\lambda_m}{T}$ = नियतांक

(c) $\frac{T}{\lambda_m}$ = नियतांक (d) $T + \lambda_m$ = नियतांक

2. तीन विभिन्न तारों A, B और C से प्राप्त प्रकाश के अध्ययन से यह जानकारी प्राप्त होती है कि A तारे से प्राप्त लाल वर्ण के प्रकाश की तीव्रता अधिकतम है, B से प्राप्त नीले वर्ण की प्रकाश-तीव्रता अधिकतम है तथा C तारे से प्राप्त पीले वर्ण की प्रकाश तीव्रता अधिकतम है। इन परीक्षणों से यह जानकारी प्राप्त होती है, कि [CPMT 1989]

(a) तारे A का ताप अधिकतम, तारे B का ताप न्यूनतम है तथा C का ताप मध्यस्थ है

(b) तारे A का ताप अधिकतम, तारे C का ताप न्यूनतम व तारे B का ताप मध्यस्थ है

(c) तारे B का ताप अधिकतम, तारे A का ताप न्यूनतम और तारे C का ताप मध्यस्थ है

(d) तारे C का ताप अधिकतम, तारे B का ताप न्यूनतम और A का ताप मध्यस्थ है।

3. सूर्य और चन्द्रमा से प्राप्त प्रकाश के अधिकतम तीव्र भाग की तरंगदैर्ध्य क्रमशः 0.5×10^{-6} मीटर 10^{-4} मीटर है, तो उनके तापमान का अनुपात होगा [MP PMT 1990]

(a) 1/100 (b) 1/200

(c) 100 (d) 200

4. एक वस्तु से उत्सर्जित विकिरण की तरंगदैर्ध्य निर्भर करती है [MP PMT 1992]

(a) पृष्ठ के प्रकार पर (b) पृष्ठ के क्षेत्रफल पर

(c) पृष्ठ के ताप पर (d) उपरोक्त सभी बातों पर

5. काला प्लेटिनम का तार यदि गर्म किया जाये तो क्रमशः पहले यह मन्द लाल, फिर पीला और अन्ततः श्वेत प्रतीत होता है, इसको समझाने का आधार है [MP PMT 1984]

(a) वीन के विस्थापन का नियम

(b) प्रीवोस्ट का ऊष्मीय ऊर्जा का विनिमय

(c) न्यूटन के शीतलन का नियम

(d) उपरोक्त कोई नहीं

6. चमकते तारे का रंग दर्शाता है [AIIMS 2001; RPMT 1999; BCECE 2005]

(a) पृथ्वी से उसकी दूरी (b) उसकी आमाप (Size)

(c) उसका ताप (d) उसका द्रव्यमान

7. 700 K ताप पर किसी वस्तु से उत्सर्जित अधिकतम ऊर्जा की तरंगदैर्ध्य 4.08 माइक्रोनमीटर है। यदि वस्तु का ताप बढ़ाकर 1400 K कर दिया जाये, तो अधिकतम ऊर्जा की तरंगदैर्ध्य होगी [MP PET 1990]

(a) 1.02 μm (b) 16.32 μm

(c) 8.16 μm (d) 2.04 μm

8. 200 K पर एक कृष्णिका से अधिकतम ऊर्जा का उत्सर्जन 14 μm के तरंगदैर्ध्य पर होता है। जब इसका ताप 1000K कर दिया जाता है, तो अधिकतम ऊर्जा का उत्सर्जन निम्न तरंगदैर्ध्य पर होगा [RPMT 1998; MP PET 1991; BVP 2003]

(a) 14 μm (b) 70 μF

(c) 2.8 μm (d) 2.8 mm

9. दो तारे क्रमशः 3600 $Å$ और 4800 $Å$ तरंगदैर्ध्य पर अधिकतम विकिरण उत्सर्जित करते हैं। उनके तापों का अनुपात है [MP PMT 1991]

(a) 1 : 2 (b) 3 : 4

(c) 4 : 3 (d) 2 : 1

10. एक कृष्णिका अधिकतम तीव्रता वाले विकिरण को 5000 $Å$ पर उत्सर्जित करती है, जब उसका तापमान 1227 ^oC है। यदि उसका तापमान 1000 ^oC और बढा दिया जाये, तो उत्सर्जित विकिरण की अधिकतम तीव्रता होगी [MP PET 1992]

(a) 2754.8 $Å$ (b) 3000 $Å$

(c) 3500 $Å$ (d) 4000 $Å$

11. भट्टी में अलग-अलग तापमानों पर गर्म किये गये लोहे के चार टुकड़ें निम्नलिखित भिन्न-भिन्न रंग प्रदर्शित करते हैं। कौनसे रंग वाले टुकड़े का तापमान अधिकतम है [MP PET 1992]

(a) सफेद (b) पीला

(c) नारंगी (d) लाल

12. जब कृष्णिका को उच्च ताप तक गर्म किया जाता है, तो वह प्रतीत होती है [DPMT 2001]

(a) नीली (b) सफेद

(c) लाल (d) काली

13. यदि सूर्य का ताप, वर्तमान ताप का दो गुना हो जावे, तो विकिरित ऊर्जा हो जावेगी [MP PET 1989; RPMT 1996]

(a) मुख्यतः अवरक्त विकिरण

(b) मुख्यतः पराबैंगनी

(c) मुख्यतः X-किरण

(d) वर्तमान विकिरण का दो गुना

14. किसी गर्म स्रोत से तापीय विकिरण में अधिकतम ऊर्जा 11×10^{-5} सेमी तरंगदैर्ध्य पर उत्पन्न होती है। वीन के नियमानुसार, स्रोत का ताप (कैल्विन पैमाने पर) दूसरे स्रोत के ताप (कैल्विन पैमाने पर) का n गुना होता है, जिसके लिए अधिकतम ऊर्जा 5.5×10^{-5} सेमी तरंगदैर्ध्य पर उत्पन्न होती है। n का मान है [CPMT 1991]

(a) 2 (b) 4

(c) $\frac{1}{2}$ (d) 1

15. एक परमाणु बम के विखण्डन से उत्सर्जित ऊर्जा की तरंगदैर्ध्य 2.93×10^{-10} मीटर है। अधिकतम प्राप्त तापमान होगा (वीन नियतांक = $2.93\times10^{-3} m-K$) [Haryana CEE 1996; MH CET 2002; Pb. PET 2000]

(a) $10^{-7} K$ (b) $10^{7} K$

(c) $10^{-13} K$ (d) $5.86\times10^{7} K$

16. 2000 K ताप पर उत्सर्जित विकिरणों की अधिकतम तरंगदैर्ध्य 4 μm है तो 2400 K ताप पर उत्सर्जित विकिरणों की अधिकतम तरंगदैर्ध्य होगी [MP PMT/PET 1998; DPMT 2000]

(a) 3.33 μm (b) 0.66 μm

(c) 1 μm (d) 1 m

17. किस नियम की सहायता से तारों का ताप मापा जाता है [BHU 1999, 02; DCE 2000, 03]

(a) स्टीफेन के नियम से (b) बीन विस्थापन के नियम से

(c) किरचॉफ के नियम से (d) ओम के नियम से

18. किसी पदार्थ का ताप धीमे-धीमे बढ़ाने पर आप कौनसा रंग देखेंगे [Pb. PMT 1995; Pb. PET 1996; CPMT 1995, 98; KCET 2000]

(a) सफेद (b) पीला

(c) हरा (d) लाल

19. 2000 K ताप पर एक कृष्णिका से उत्सर्जित अधिकतम तरंगदैर्ध्य λ_m है। 3000 K ताप पर संगत तरंगदैर्ध्य होगी [CBSE PMT 2001; Kerala PET 2005]

(a) $\frac{3}{2}\lambda_m$ (b) $\frac{2}{3}\lambda_m$

(c) $\frac{4}{9}\lambda_m$ (d) $\frac{9}{4}\lambda_m$

20. तारे के रंग एवं ताप के बीच सम्बन्ध किस नियम के द्वारा दिया जाता है [Kerala PET 2001]

(a) बीन के विस्थापन नियम (b) प्लांक का नियम

(c) हबल का नियम (d) फ्रॉनहोफर का विवर्तन नियम

21. एक कृष्णिका $1640\,K$ ताप पर $1.75\,\mu m$ की तरंगदैर्ध्य पर अधिकतम ऊर्जा उत्सर्जित करती है। यदि चन्द्रमा $14.35\,\mu m$ की तरंगदैर्ध्य पर अधिकतम ऊर्जा उत्सर्जित करता है तो (चन्द्रमा को आदर्श कृष्णिका मान लेने पर) इसका ताप है [Kerala (Med.) 2002]

(a) 100 K (b) 150 K

(c) 200 K (d) 250 K

22. $900\,K$ ताप पर उत्सर्जित विकिरणों की अधिकतम तरंगदैर्ध्य $4\,\mu m$ है $1200\,K$ ताप पर उत्सर्जित विकिरणों की अधिकतम तरंगदैर्ध्य होगी [BHU 2002]

(a) $3\,\mu m$ (b) $0.3\,\mu m$

(c) $1\,\mu m$ (d) $1\,m$

23. सूर्य से उत्सर्जित सौर विकरण $6000\,K$ ताप वाली कृष्ण वस्तु से उत्सर्जित विकिरण के समान है। अधिकतम तीव्रता लगभग $4800\,Å$ तरंगदैर्ध्य पर उत्सर्जित होती है। यदि सूर्य $6000\,K$ से $3000\,K$ तक ठण्डा होता है, तो अधिकतम तीव्रता, किस तरंगदैर्ध्य पर उत्सर्जित होगी [UPSEAT 2002]

(a) 4800Å (b) 9600Å

(c) 7200Å (d) 6400Å

24. सूर्य एवं चन्द्रमा के तापों का अनुपात क्या होगा, यदि इनके अधिकतम उत्सर्जन विकिरणों के संगत तरंगदैर्ध्य क्रमशः 140 Å एवं 4200 Å हो [J & K CET 2004]

(a) 1 : 30 (b) 30 : 1

(c) 42 : 14 (d) 14 : 42

25. ताप T पर, प्रतिइकाई तरंगदैर्ध्य, विकिरण ऊर्जा घनत्व का मान तरंगदैर्ध्य $\lambda_.$ पर अधिकतम है। ताप $2T$ पर इसका मान किस तरंगदैर्ध्य पर अधिकतम होगा [UPSEAT 2004]

(a) $4\lambda_.$ (b) $2\lambda_.$

(c) $\lambda_./2$ (d) $\lambda_./4$

26. दो कृष्ण पिण्डों के परमताप 2000 K एवं 3000 K हैं। इससे अधिकतम उत्सर्जित विकिरणों के संगत तरंगदैर्ध्यों का अनुपात होगा [RPMT 2003]

(a) 2 : 3 (b) 3 : 2

(c) 9 : 4 (d) 4 : 9

27. सूर्य का ताप 5500 K है तथा यह पीले क्षेत्र में $(\lambda_m = 5.5\times10^{-7} m)$ अधिकतम तीव्रता के विकिरण उत्सर्जित करता है किसी भट्टी में अधिकतम विकिरण $11\times10^{-7} m$ तरंगदैर्ध्य पर प्राप्त होते हैं। भट्टी का ताप है [J & K CET 2000]

(a) 1125 K (b) 2750 K

(c) 5500 K (d) 11000 K

28. एक विशेष तारे (कृष्ण पिण्ड) का पृष्ठ ताप $5\times10^4 K$ है। नेनोमीटर में वह तरंगदैर्ध्य बताए जिस पर इसके विकिरण अधिकतम हैं (b = 0.0029 mK) [EAMCET (Med.) 2003]

(a) 48 (b) 58

(c) 60 (d) 70

29. तापीय विकरण में किसी स्त्रोत से अधिकतम ऊर्जा 4000Å तरंगदैर्ध्य पर प्राप्त होती है। स्त्रोत का प्रभावी ताप है [AMU (Engg.) 1999]

(a) 7000 K (b) 80000 K

(c) $10^4\,K$ (d) $10^6\,K$

30. सूर्य से उत्सर्जित विकिरण ऊर्जा में मान 510 नैनोमीटर तरंगदैर्ध्य के संगत प्राप्त होता है। इसी प्रकार अन्य नॉर्थ स्टार द्वारा विकिरण ऊर्जा का अधिकतम मान 350 नैनोमीटर तरंगदैर्ध्य के संगत प्राप्त होता है। यदि दोनों को कृष्ण वस्तु माना जाए तब सूर्य तथा नॉर्थ स्टार की सतह के तापों का अनुपात होगा [IIT 1997 Cancelled; JIPMER 2000; AIIMS 2000]

(a) 1.46 (b) 0.69

(c) 1.21 (d) 0.83

विकिरण (स्टीफन का नियम)

1. पूर्णतः कृष्ण वस्तु द्वारा उत्सर्जित विकिरण की मात्रा समानुपाती होती है आदर्श गैस स्केल के ताप पर [AFMC 1995; Pb. PMT 1997; CPMT 1974, 98, 02; AIIMS 2000; DPMT 1995, 98, 02]

(a) परमताप के

(b) परमताप के चतुर्थ वर्गमूल के

(c) परम ताप के चतुर्थ घात के

(d) स्त्रोत के परम ताप के

2. एक धातु की गेंद का ताप 527^oC और पृष्ठ क्षेत्रफल $200\,cm^2$ है। इसे 27^oC के अन्य पात्र में रखा गया है।यदि धातु की उत्सर्जन क्षमता 0.4 है, तो ऊष्मा हानि की दर होगी $(\sigma = 5.67\times10^{-8} J/m^2 - s - k^4)$ [MP PMT/PET 1988]

(a) लगभग 108 जूल (b) लगभग 168 जूल

(c) लगभग 182 जूल (d) लगभग 192 जूल

3. 0^oC पर कृष्ण पिण्ड से विकिरण ऊर्जा की दर E जूल प्रति सैकण्ड है, तो 273^oC ताप पर विकिरण ऊर्जा की दर होगी [MP PMT 1989; Kerala PET 2002; UPSEAT 2001]

(a) 16 E (b) 8 E

(c) 4 E (d) E

4. किसी कृष्ण पिण्ड से ऊष्मा विकिरण की दर E वाट/मी² है, यदि उसका उच्च ताप $T\,K$ है। जब ताप को $\frac{T}{2}K$ किया जाता है, तो ऊष्मा विकिरण की दर होगी [CPMT 1988; UPSEAT 1998; MNR 1993; SCRA 1996; MP PMT 1992; DPMT 2001; MH CET 2001]

(a) $\frac{E}{16}$ (b) $\frac{E}{4}$

(c) $4E$ (d) $16E$

5. एक वस्तु का तापमान 400^oC है। किस तापमान पर यह पहले से दुगुनी ऊर्जा विकिरण करेगी। वातावरण के ताप को नगण्य मान लीजिये [MP PMT 1990; DPMT 2002]

(a) 200^oC (b) $200\ K$

(c) 800^oC (d) 800 K

6. एक कृष्णिका 227^oC ताप पर 5 कैलोरी/सेमी^{2}–सै की दर से ऊष्मा विकिरत करती है। 727^oC ताप पर, कैलोरी/सेमी^{2}–सै में विकिरित ऊष्मा का मान होगा [MP PET 1987; MH CET 2002]

(a) 80 (b) 160

(c) 250 (d) 500

7. 127^oC ताप वाली किसी कृष्णिका के तल से 1.0×10^6 जूल प्रति सैकण्ड–मीटर^2 की दर से ऊर्जा का उत्सर्जन हो रहा है। कृष्णिका का ताप जिस पर उसकी ऊर्जा उत्सर्जन की दर 16.0×10^6 जूल/सेमी^{2} हो, है [MP PMT 1991; AFMC 1998]

(a) 254^oC (b) 508^oC

(c) 527^oC (d) 727^oC

8. यदि MKS पद्धति में स्टीफन नियतांक σ है, तो CGS पद्धति में σ का गुणांक है

(a) 1 (b) 10^3

(c) 10^5 (d) 10^2

9. कृष्ण वस्तु का ताप 7^oC से बढ़ाकर 287^oC कर दिया जाए तो उत्सर्जित होने वाली ऊर्जा की दर बढ जाएगी

[AIIMS 1997; Haryana PMT 2000; RPMT 2003]

(a) $\left(\frac{287}{7}\right)^4$ गुना (b) 16 गुना

(c) 4 गुना (d) 2 गुना

10. लोहे के एक टुकड़े का तापमान 27^oC है और इसके द्वारा उत्सर्जित विकिरण ऊर्जा की दर $Q\ kWm^{-2}$ है। यदि इसका तापमान बढ़ाकर 151^oC कर दिया जाए, तो विकिरण ऊर्जा की दर हो जाएगी लगभग [MP PET 1992]

(a) $2Q\ kWm^{-2}$ (b) $4Q\ kWm^{-2}$

(c) $6Q\ kWm^{-2}$ (d) $8Q\ kWm^{-2}$

11. दो वस्तुओं A और B के ताप क्रमशः 727^oC और 127^oC हैं। A और B से उत्सर्जित विकिरण की दर का अनुपात होगा

[MP PET 1986]

(a) 727/127 (b) 625/16

(c) 1000/400 (d) 100/16

12. वह ताप जिस पर एक इकाई क्षेत्रफल का कृष्ण पिण्ड 1 जूल/सैकण्ड की दर से ऊर्जा की हानि करता है

(a) -65^oC (b) 65^oC

(c) 65 K (d) इनमें से कोई नहीं

13. एक भट्टी के छिद्र का क्षेत्रफल 10^{-4} मी^{2} है। यह प्रति घण्टा 1.58×10^5 कैलोरी ऊष्मा विकिरण करती है। यदि भट्टी की उत्सर्जकता 0.80 है, तो भट्टी का ताप निम्न होगा

(a) 1500 K (b) 2000 K

(c) 2500 K (d) 3000 K

14. एक ही रंग के दो गोले P और Q जिनकी त्रिज्या 8 सेमी और 2 सेमी है, क्रमशः 127^oC और 527^oC के ताप पर रखे गये हैं। P और Q द्वारा उत्सर्जित ऊर्जाओं का अनुपात होगा

[MP PMT 1994]

(a) 0.054 (b) 0.0034

(c) 1 (d) 2

15. एक पिण्ड 127^oC पर $5W$ ऊर्जा विकिरित करता है। यदि ताप 927^oC तक बढ़ा दिया जाता है, तो यह ऊर्जा निम्न दर से विकिरित करता है

[MP PET 1994; BHU 1995; CPMT 1998; AFMC 2000]

(a) $410\,W$ (b) $81\ W$

(c) $405\ W$ (d) $200\ W$

16. एक लोहार एक पतली वर्गाकार इस्पात प्लेट जिसकी प्रत्येक भुजा 10 सेमी लम्बी है, को गर्म करता है। गर्म प्लेट से निकलने वाले विकिरणों की दर 1134 वॉट है, तो इसका तापमान होगा

(स्टीफन नियतांक $\sigma = 5.67\times10^{-8}$ वॉट मीटर$^{-2}$ कैल्विन$^{-4}$, प्लेट की उत्सर्जकता = 1) [MP PMT 1995]

(a) $1000\ K$ (b) $1189\ K$

(c) $2000\ K$ (d) $2378\ K$

17. दो वस्तुओं A तथा B के ताप क्रमशः 727^oC तथा 327^oC हैं। उनसे विकिरित होने वाली ऊष्माओं की दरों $H_A : H_B$ का मान होगा [UPSEAT 1999; MP PET 1999; MH CET 2000; AIIMS 2000]

(a) $727:327$ (b) 5 : 3

(c) 25 : 9 (d) 625 : 81

18. 27^oC ताप पर कृष्ण वस्तु द्वारा प्रति सैकण्ड उत्सर्जित होने वाली ऊर्जा 10 जूल है। यदि कृष्ण वस्तु का ताप बढ़ाकर 327^oC कर दिया जाए तब प्रति सैकण्ड उत्सर्जित होने वाली ऊर्जा होगी

[CPMT 1999; DCE 1999]

(a) $20\ J$ (b) $40\ J$

(c) $80\ J$ (d) $160\ J$

19. सूर्य से विकरित ऊर्जा पृथ्वी सतह पर 20 किलोकैलोरी/मी-मिनट की दर से लम्बवत आपतित हो रही है। यदि सूर्य का ताप बढ़कर वर्तमान का दुगना हो जाए तो आपतित ऊर्जा का मान होगा

[CBSE PMT 1998; Pb. PET 2001]

(a) 160 किलोकैलोरी/मी^{2}-मिनट

(b) 40 किलोकैलोरी/मी^{2}-मिनट

(c) 320 किलोकैलोरी/मी^{2}-मिनट

(d) 80 किलोकैलोरी/मी^{2}-मिनट

20. 12 सेमी त्रिज्या का एक गोलाकार कृष्ण पिण्ड 500 कैल्विन ताप पर 450 वाट शक्ति विकरित कर रहा है।यदि त्रिज्या आधी तथा

तापक्रम दुगना कर दिया जाए तब उत्सर्जित ऊर्जा का वाट में मान होगा [IIT 1997 Re-Exam]

(a) 225 (b) 450

(c) 900 (d) 1800

21. यदि सूर्य का ताप बढ़ाकर दो गुना कर दिया जाए तब पृथ्वी पर प्राप्त होने वाली ऊर्जा की दर बढ़कर हो जाएगी

[CBSE PMT 1993; BHU 2003; RPMT 2004; CPMT 2004]

(a) दोगुनी (b) चार गुनी

(c) आठ गुनी (d) सोलह गुनी

22. कृष्ण वस्तु से 27^oC तथा 927^oC ताप पर उत्सर्जित विकिरण ऊर्जाओं का अनुपात होगा [Pb. PMT 1995; CPMT 1997, 2000; CBSE PMT 2000; DPMT 1998, 02, 03]

(a) 1 : 4 (b) 1 : 16

(c) 1 : 64 (d) 1 : 256

23. यदि एक कृष्ण पिण्ड का ताप 27^oC से बढ़ाकर 327^oC कर दिया जाये तो पिण्ड से उत्सर्जित विकिरण किस गुणक से बढ़ जाएंगे [Pb. PET 1997; JIPMER 1999]

(a) 16 (b) 8

(c) 4 (d) 2

24. एक कृष्णिका का तापमान 127^oC है। इसका $8cm \times 4cm$ क्षेत्रफल का आयताकार पृष्ठ E प्रति सेकण्ड की दर से ऊर्जा उत्सर्जित करता है। यदि पृष्ठ की लम्बाई तथा चौड़ाई दोनों को आधा कर दिया जाये और तापमान बढ़ाकर 327^oC कर दिया जाये, तो उत्सर्जित ऊर्जा की दर हो जायेगी [MP PET 2000]

(a) $\frac{3}{8}E$ (b) $\frac{81}{16}E$

(c) $\frac{9}{16}E$ (d) $\frac{81}{64}E$

25. ताप T पर एक वस्तु द्वारा विकिरण शक्ति Q वॉट है। $3T$ ताप पर इसके द्वारा विकिरण शक्ति होगी [MP PET 2000]

(a) 3 Q (b) 9 Q

(c) 27 Q (d) 81 Q

26. दो गोलाकार कृष्ण पिण्डों की त्रिज्याऐं r_1 व r_2 तथा इनके पृष्ठों के ताप क्रमशः T_1 व T_2 हैं। इनके द्वारा विकरित शक्ति समान है। तब r_1 व r_2 का अनुपात होगा [KCET 2001; UPSEAT 2001]

(a) $\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$ (b) $\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4$

(c) $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$ (d) $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4$

27. एक कृष्ण पिण्ड का ताप 327^oC से बढ़ाकर 927^oC कर दिया जाता है। इसकी प्रारम्भिक ऊर्जा $2KJ$ है तो इसकी अन्तिम ऊर्जा होगी [DCE 2001]

(a) 32 किलो-जूल (b) 320 किलो-जूल

(c) 1200 किलो-जूल (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

28. एक कृष्ण-वस्तु का ताप 727^oC है इसका ताप कितना कर दिया जाये कि कुल विकरित ऊर्जा दुगनी हो जाये [Pb. PMT 2001]

(a) 971 K (b) 1190 K

(c) 2001 K (d) 1458 K

29. एक ही पदार्थ के बने दो गोलों की त्रिज्यायें क्रमशः 4 मीटर एवं 1 मीटर तथा ताप क्रमशः $2000\,K$ एवं $4000\,K$ है। इनके द्वारा प्रति सैकेण्ड उत्सर्जित विकिरणों का अनुपात है

[RPET 2000; AIEEE 2002]

(a) 1 : 1 (b) 4 : 1

(c) 1 : 4 (d) 2 : 1

30. एक कृष्ण पिण्ड के स्पेक्ट्रम से प्रदर्शित होता है कि यह λ_0 तरंगदैर्ध्य पर अधिकतम ऊर्जा उत्सर्जित करती है। कृष्ण पिण्ड का ताप इस प्रकार परिवर्तित होता है कि $\frac{3\lambda_0}{4}$ तरंगदैर्ध्य पर अधिकतम ऊर्जा उत्सर्जित होती है। अब कृष्ण वस्तु से उत्सर्जित शक्ति किस गुणक से बढ़ जाएगी [KCET 2002]

(a) 256/81 (b) 64/27

(c) 16/9 (d) 4/3

31. एक कृष्ण वस्तु का ताप $300\,K$ है। इससे उत्सर्जित ऊर्जा की दर निम्न के समानुपाती है

[Pb. PMT 1998; AIIMS 2002; MH CET 2003]

(a) 300 (b) $(300)^2$

(c) $(300)^3$ (d) $(300)^4$

32. यदि एक गरम वस्तु के ताप में 50% वृद्धि कर दी जाये तब उससे उत्सर्जित विकिरण की मात्रा में वृद्धि लगभग होगी

[RPET 1998; EAMCET 2001; MP PMT 2003]

(a) 125% (b) 200%

(c) 300% (d) 400%

33. दो सर्वसम धात्विक गेंदें, जिनके ताप 200^oC एवं 400^oC हैं, वायु में रखी हैं। वायु का ताप 27^oC है। इन गेंदों से कुल ऊष्मा हानियों का अनुपात है [CPMT 2002]

(a) 1/4 (b) 1/2

(c) 1/16 (d) $\frac{473^4 - 300^4}{673^4 - 300^4}$

34. एक ही पदार्थ के दो गोलों के अर्द्धव्यासों का अनुपात $1:2$ है। दोनों एक ही ताप पर हैं। इनसे प्रति सैकण्ड उत्सर्जित विकिरण ऊर्जा का अनुपात है [MP PMT 2002; MH CET 2004]

(a) 1 : 2 (b) 1 : 8

(c) 1 : 4 (d) 1 : 16

35. 127^oC ताप पर एक कृष्ण पिण्ड $1\,cal/cm^2 \times sec$ की दर से ऊष्मा विकरित कर रहा है। 527^oC ताप पर पिण्ड से विकिरण की दर $(Cal/cm^2 \times sec)$ होगी [MP PET 2002]

(a) 16.0 (b) 10.45

(c) 4.0 (d) 2.0

36. एक कृष्ण वस्तु 227^oC ताप पर $20\,W$ शक्ति उत्सर्जित करती है। 727^oC ताप पर यह वस्तु उत्सर्जित करेंगी [CBSE PMT 2002; DCE 1999, 03; AIIMS 2003]

(a) $120\,W$ (b) $240\ W$

(c) $320\ W$ (d) $360\ W$

37. समान पदार्थ के दो गोलों की त्रिज्याऐं $1m$ व $4m$, तथा ताप क्रमशः $4000\,K$ व $2000\,K$ है। पहले गोले द्वारा प्रति सैकण्ड विकिरित ऊर्जा [Pb. PMT 2002]

(a) दूसरे की अपेक्षा अधिक है (b) दूसरे की अपेक्षा कम है

(c) दोनों स्थितियों में समान है (d) सूचना अपर्याप्त है

38. किसी तारे A से उत्सर्जित विकिरण, सूर्य से उत्सर्जित विकिरण का 10000 गुना है। यदि तारे A तथा सूर्य के पृष्ठ का ताप क्रमशः $6000\,K$ तथा $2000\,K$ हैं। तारे A तथा सूर्य की त्रिज्याओं का अनुपात है [EAMCET 2003]

(a) 300 : 1 (b) 600 : 1

(c) 900 : 1 (d) 1200 : 1

39. एक कृष्ण-पिण्ड ताप T पर W वाट की दर से विकरण उत्सर्जित करती है। यदि पिण्ड का ताप घटाकर $\frac{T}{3}$ कर दिया जाये तो विकिरण की दर हो जायेगी [BHU 1998; MP PET 2003]

(a) $\frac{W}{81}$ (b) $\frac{W}{27}$

(c) $\frac{W}{9}$ (d) $\frac{W}{3}$

40. तारे A की त्रिज्या r तथा उसकी सतह का तापमान T है। तारे B की त्रिज्या $4r$ तथा तापमान $T/2$ है। दोनों से उत्सर्जित विकिरण शक्ति का अनुपात $P_A : P_B$ है [MP PMT 2004]

(a) 16 : 1 (b) 1 : 16

(c) 1 : 1 (d) 1 : 4

41. मान लीजिए सूर्य का प्रसार होता है जिससे इसकी त्रिज्या 100 गुनी एवं पृष्ठ ताप पूर्व मान का आधा हो जाता है, तब इसके द्वारा उत्सर्जित कुल ऊर्जा किस गुणक से कम हो जाएगी [AIIMS 2004]

(a) 10^4 (b) 625

(c) 256 (d) 16

42. यदि सूर्य का ताप T से बढ़कर $2T$ तथा त्रिज्या R से बढ़कर $2R$ हो जाए, तो पृथ्वी पर अब प्राप्त विकिरित ऊर्जा और पृथ्वी पर पहले प्राप्त होने वाली ऊर्जा का अनुपात होगा [AIEEE 2004]

(a) 4 (b) 16

(c) 32 (d) 64

43. $127^{\circ}C$ ताप पर एक पिण्ड $2.7 \times 10^{-3}\,J/s$ की दर से ऊर्जा उत्सर्जित करती है। किस ताप पर ऊर्जा उत्सर्जन की दर $4.32 \times 10^{6}\,J/s$ होगी

(a) $400\ K$ (b) $4000\ K$

(c) $80000\ K$ (d) $40000\ K$

44. समान द्रव्यमान, त्रिज्या एवं समान धातु के एक गोले एवं एक चकती के प्रारम्भिक ताप समान हैं। एक ही परिवेश में इनकी शीतलन की दरों का अनुपात होगा [J & K CET 2004]

(a) 1 : 4 (b) 4 : 1

(c) 1 : 2 (d) 2 : 1

45. एक कृष्ण पिण्ड $227^{\circ}C$ ताप पर $1 \times 10^5\ J / s \times m^2$ की दर से ऊर्जा उत्सर्जित करता है। इसे किस ताप तक गर्म किया जाये ताकि यह $1 \times 10^9 J/sm^2$ की दर से ऊर्जा उत्सर्जित करे [DPMT 2004]

(a) $5000\ K$ (b) $5000^{\circ}C$

(c) $500\ K$ (d) $500^{\circ}C$

46. किसी वस्तु का ताप $-73^{\circ}C$ से बढ़कर $327^{\circ}C$ कर दिया जाता है, तब इसकी प्रारम्भिक दर एवं अन्तिम ऊर्जा उत्सर्जन की दरों का अनुपात होगा [CPMT 2001; Pb. PET 2001]

(a) 1 : 3 (b) 1 : 81

(c) 1 : 27 (d) 1 : 9

47. यदि किसी वस्तु का ताप 10% बढ़ा दिया जाये, तब इससे उत्सर्जित विकरणों में प्रतिशत वृद्धि होगी [RPMT 2001, 02]

(a) 46% (b) 40%

(c) 30% (d) 80%

48. सूर्य का प्रष्ठ $6.3 \times 10^7 Wm^{-2}$ की दर से ऊष्मा उत्सर्जित करता है सूर्य को कृष्ण पिण्ड मानते हुए इसके ताप की गणना करें $(\sigma = 5.7 \times 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4})$ [BHU (Med.) 2000]

(a) $5.8 \times 10^3 K$ (b) $8.5 \times 10^3 K$

(c) $3.5 \times 10^8 K$ (d) $5.3 \times 10^8 K$

49. एक गोले का ताप $600K$ है एवं इसे $200K$ ताप वाले परिवेश में रखा गया है। इसमे शीतलन की दर H है। यदि गोले के ताप को घटाकर $400K$ कर दिया जाये, तब उसी परिवेश में इसके शीतलन की दर होगी [CBSE PMT 1999; BHU 2001]

(a) $(3/16)H$ (b) $(16/3)H$

(c) $(9/27)H$ (d) $(1/16)H$

50. स्टीफन नियतांक का मान है [RPMT 2002]

(a) $5.67 \times 10^{-8} W / m^2\text{-} K^4$ (b) $5.67 \times 10^{-5} W / m^2\text{-} K^4$

(c) $5.67 \times 10^{-11} W / m^2\text{-} K^4$ (d) उपरोक्त में ये कोई नहीं

51. $600K$ ताप पर शीतलन की दर R है एवं परिवेश का ताप $300K$ है। $900K$ ताप पर शीतलन की दर होगी [DPMT 2002]

(a) $\frac{16}{3}R$ (b) $2R$

(c) $3R$ (d) $\frac{2}{3}R$

52. $10cm^2$ पृष्ठ क्षेत्रफल वाले एक कृष्ण पिण्ड को $127^{\circ}C$ तक गर्म करके $27^{\circ}C$ ताप वाले एक कमरे में लटकाया गया है। कमरे के ताप पर प्रारम्भ में पिण्ड से ऊष्मा हानि की दर होगी [BCECE 2004]

[Pb. PET 1997]

(a) $2.99\ W$ (b) $1.89\ W$

(c) $1.18\ W$ (d) $0.99\ W$

53. दो सर्वसम वस्तुओं A व B के ताप क्रमशः T_A व T_B हैं। दोनों वस्तुओं को एक आदर्श अवशोषक दीवारों वाले कमरे में ताप T $(T_A > T > T_B)$ पर रखा गया है। कुछ समय बाद A व B ताप T प्राप्त कर लेती हैं। निम्न में से कौनसा कथन गलत है [CPMT 1997]

(a) A केवल विकिरण उत्सर्जित करती है, एवं B केवल अवशोषित करती है, जब तक कि दोनों ताप T प्राप्त नहीं कर लेते

(b) A अवशोषित करने की तुलना में अधिक विकिरण उत्सर्जित करती है, जबकि B उत्सर्जन की तुलना में अधिक विकिरण अवशोषित करती है, जब तक कि ताप T प्राप्त न कर ले

(c) दोनों A व B केवल विकिरणों को अवशोषित करती हैं, जब तक कि दोनों का ताप T न हो जाये

(d) दोनों A व B केवल विकिरणों को उत्सर्जित करती हैं, जब तक कि दोनों का ताप T न हो जाये

54. एक वस्तु का ताप एवं उसके परिवेश का ताप समान है, तब [UPSEAT 1998; Orissa JEE 2004]

(a) यह ऊष्मा उत्सर्जित नहीं करती है

(b) यह जितनी ऊष्मा अवशोषित करती है उतनी ही उत्सर्जित कर देती है

(c) यह परिवेश से जितनी ऊष्मा अवशोषित करती है, उससे कम उत्सर्जित करती है

(d) यह परिवेश जितनी ऊष्मा अवशोषित करती है उससे आयतन उत्सर्जित करती है

55. दो वस्तुओं की सतहों के प्रति इकाई क्षेत्रफल से उत्सर्जित विकिरण ऊर्जाओं का अनुपात 16 : 1 है। गर्म वस्तु का ताप $1000K$ है, तब ठंडी वस्तु का ताप होगा [UPSEAT 2001]

(a) 250 K (b) 500 K

(c) 1000 K (d) 62.5 K

56. एक तारे का स्पेक्ट्रमी ऊर्जा वितरण, सूर्य के ताप से दोगुने ताप पर, अधिकतम है। तारे से उत्सर्जित कुल ऊर्जा है [J & K CET 2005]

(a) सूर्य से उत्सर्जित कुल ऊर्जा की दोगुनी

(b) सूर्य के बराबर

(c) सूर्य से 16 गुनी

(d) सूर्य का $\frac{1}{16}$ भाग

विकिरण (न्यूटन का शीतलन नियम)

1. गर्म पानी प्रथम 10 मिनिट में 60° सेन्टीग्रेड से 50° सेन्टीग्रेड तक ठंडा होता है तथा दूसरे 10 मिनिट में 42° सेन्टीग्रेड तक ठंडा होता है। पानी के निकटवर्ती वातावरण का ताप होगा [MP PET 1993]

(a) 5^oC (b) 10^oC

(c) 15^oC (d) 20^oC

2. एक गर्म पानी से भरी बाल्टी 75^oC से $70°C$ तक T_1 मिनट में ठण्डी होती है तथा 70^oC से 65^oC तक T_2 मिनट में तथा 65^oC से 60^oC तक T_3 मिनट में ठण्डी होती है, तो [NCERT 1980; MP PET 1989; CBSE PMT 1995; KCET 2003; MH CET 1999]

(a) $T_1 = T_2 = T_3$ (b) $T_1 > T_2 > T_3$

(c) $T_1 < T_2 < T_3$ (d) $T_1 > T_2 < T_3$

3. दो ऐसी गरम वस्तुएँ B_1 और B_2 जिनका ताप क्रमशः 100^oC और $80^oC, t = 0$ पर है, मान लीजिए वातावरण का ताप 40^oC है। $t = 0$ पर इन दो वस्तुओं के क्रमानुसार शीतलन दर R_1 एवं R_2 का अनुपात होगा [MP PET 1990]

(a) $R_1 : R_2 = 3 : 2$ (b) $R_1 : R_2 = 5 : 4$

(c) $R_1 : R_2 = 2 : 3$ (d) $R_1 : R_2 = 4 : 5$

4. न्यूटन का शीतलन नियम विशेष प्रकरण है

(a) स्टीफन नियम का (b) किरचॉफ नियम का

(c) वीन नियम का (d) प्लांक नियम का

5. समरूप कैलोरीमापियों में एक ही ताप पर समान आयतन के द्रव भरे हुए हैं उनकी शीतलन दर [MP PMT 1987]

(a) द्रवों की प्रकृति पर निर्भर करेगी

(b) द्रवों की विशिष्ट ऊष्माओं पर निर्भर करेगी

(c) सभी द्रवों में समान होगी

(d) द्रवों के द्रव्यमान पर निर्भर करेगी

6. न्यूटन के शीतलन विधि में दो समान कैलोरीमीटरों में, जिनके जल तुल्यांक 10 ग्राम हैं, 350 ग्राम जल और दूसरे में 300 ग्राम द्रव (समान आयतन) रखा जाता है। जल को 70^oC से 60^oC तक ठण्डा करने में 3 मिनट, जबकि द्रव को 95 सैकण्ड का समय लगता है, तो द्रव की विशिष्ट ऊष्मा होगी

(a) 0.3 $Cal/gm \times °C$ (b) 0.5 $Cal/gm \times °C$

(c) 0.6 $Cal/gm \times °C$ (d) 0.8 $Cal/gm \times °C$

7. न्यूटन के शीतलन नियम का प्रयोगशाला में उपयोग, निम्न के निर्धारण के लिए किया जाता है [CPMT 1973; CPMT 2002]

(a) गैसों की विशिष्ट ऊष्मा (b) गैसों की गुप्त ऊष्मा

(c) द्रवों की विशिष्ट ऊष्मा (d) द्रवों की गुप्त ऊष्मा

8. 30^oC की वायु में रखने पर दस मिनट में एक वस्तु का ताप 60^oC से घटकर 50^oC हो जाता है। अगले दस मिनट में उसका ताप होगा [MP PET 1994]

(a) 40^oC से कम (b) 40^oC

(c) 40^oC से अधिक (d) निश्चित नहीं

9. एक पात्र में द्रव भरा है जिसे एक कमरे में रखा गया है जिसका ताप 20^oC है। जब द्रव का ताप 80^oC है तब यह 60 कैलोरी/सै की दर से ऊष्मा का क्षय करता है। जब द्रव का ताप $40°C$ हो तब ऊष्मा क्षय की दर होगी [MP PMT 1994]

(a) 180 कैलोरी/सैकण्ड (b) 40 कैलोरी/सैकण्ड

(c) 30 कैलोरी/सैकण्ड (d) 20 कैलोरी/सैकण्ड

10. निम्न में से कौनसा कथन सत्य है [Manipal MEE 1995]

(a) साफ रातों में पृथ्वी तल के आसपास ऊपर की ओर तापक्रम स्थायी रूप से बढता है

(b) केवल प्राकृतिक संवहन के लिए न्यूटन का शीतलन नियम (लगभग स्टीफन नियम की तरह) वैध है

(c) किसी कृष्ण पिण्ड द्वारा प्रति इकाई क्षेत्रफल से प्रति इकाई समय में उत्सर्जित कुल ऊर्जा, इसके कैल्विन स्केल में तापक्रम (K) के वर्ग के समानुपाती होती है

(d) समान पदार्थों के दो गोलों की त्रिज्यायें 1 मी तथा 4 मी व ताप क्रमशः 4000 K व 2000 K हैं। प्रथम गोले द्वारा प्रति सैकण्ड विकिरित ऊर्जा दूसरे गोले द्वारा प्रति सैकण्ड उत्पन्न ऊर्जा से अधिक होती है

11. किसी वस्तु को 100^oC से 70^oC तक ठंडा होने में 4 मिनट लगते हैं। उसे 70^oC से 40^oC तक ठंडा होने में समय लगेगा (वातावरण का तापमान 15^oC है) [MP PET 1995]

(a) 7 मिनट (b) 6 मिनट

(c) 5 मिनट (d) 4 मिनट

12. चाय का कप पहले 1 मिनट में 80° सैन्टीग्रेड से 60° सैन्टीग्रेड तक ठण्डा होता है जबकि परिवेश का तापमान 30° सैन्टीग्रेड है। 60° सैन्टीग्रेड से 50° सैन्टीग्रेड तक ठण्डा होने में लगने वाला समय होगा [MP PMT 1995; UPSEAT 2000; MH CET 2002]

(a) 30 सैकण्ड (b) 60 सैकण्ड

(c) 90 सैकण्ड (d) 50 सैकण्ड

13. एक द्रव को 70^oC से 60^oC तक ठंडा होने में 5 मिनट लगते हैं। उसे 60^oC से $50°C$ तक ठंडा होने में समय लगेगा

[MP PET 1992, 2000; MP PMT 1996]

(a) 5 मिनट

(b) 5 मिनट से कम

(c) 5 मिनट से अधिक

(d) 5 मिनट से कम या अधिक द्रव के घनत्व पर निर्भर करेगा

14. एक धातु का गोला 62^oC से 50^oC तक 10 मिनट में ठंडा होता है और अगले 10 मिनट में $42°C$ तक ठंडा होता है, तो वातावरण का तापमान है [MP PET 1997]

(a) 30^oC (b) 36^oC

(c) 26^oC (d) 20^oC

15. समान कैलोरीमापकों एवं समान परिस्थितियों में रखे दो भिन्न द्रवों के शीतलन की दर समान होगी यदि [MP PMT/PET 1998]

(a) द्रवों का द्रव्यमान समान हो

(b) समान द्रव्यमान के द्रवों को समान तापक्रम पर लिया जाए

(c) भिन्न आयतन किन्तु समान तापक्रम पर द्रवों को लिया जाए

(d) समान आयतन एवं समान तापक्रम के द्रवों को लिया जाए

16. किसी पिण्ड को 60^oC से 50^oC तक ठंडा होने में 10 मिनट का समय लगता है। यदि कमरे का ताप 25^oC हो तो न्यूटन के शीतलन नियम को उचित मानते हुए इस पिण्ड का ताप अगले 10 मिनट के बाद होगा

[MP PMT/PET 1998; BHU 2000; Pb. PMT 2001]

(a) 38.5^oC (b) 40^oC

(c) 42.85^oC (d) 45^oC

17. द्रव की बूँद का ताप $365K$ से $361\ K$ तक 2 मिनट में गिर जाता है। वह समय ज्ञात कीजिये जिसमें द्रव की बूंद का ताप $344\ K$ से $342K$ तक गिर जाएगा, जबकि कमरे का ताप $293\ K$ है

[RPET 1997]

(a) 84 सैकण्ड (b) 72 सैकण्ड

(c) 66 सैकण्ड (d) 60 सैकण्ड

18. किसी वस्तु को 50.0^oC से 49.9^oC तक ठंडा होने में 5 सैकण्ड का समय लगता है। इसे 40.0^oC से 39.9^oC तक ठंडा होने में कितना समय लगेगा यदि वातावरण का ताप 30.0^oC हो तथा न्यूटन के शीतलन नियम का पालन हो [CBSE PMT 1994]

(a) 2.5 सैकण्ड (b) 10 सैकण्ड

(c) 20 सैकण्ड (d) 5 सैकण्ड

19. किसी पात्र में 100^oC पर गर्म पानी भरा हुआ है। यदि इसका तापक्रम 80^oC होने में T_1 समय लगता है तथा 80^oC से 60^oC होने में T_2 समय लगता है, तब [CPMT 1997]

(a) $T_1 = T_2$ (b) $T_1 > T_2$

(c) $T_1 < T_2$ (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

20. गर्म पानी से भरा हुआ एक बीकर किसी कमरे में रखा है। पानी 4 मिनट में 70^oC से 60^oC तक ठन्डा हो जाता है। 69^oC से 59^oC तक ठन्डा होने में इसके द्वारा लिया गया समय है

[JIPMER 1999]

(a) 4 मिनट

(b) 4 मिनट से अधिक

(c) 4 मिनट से कम

(d) निश्चित तौर पर कुछ नहीं कहा जा सकता

21. न्यूटन के शीतलन नियम का पूर्ण पालन होता है जबकि वस्तु एवं वातावरण के बीच तापान्तर है [BHU 2000]

(a) 10^oC से कम (b) 10^oC से अधिक

(c) 100^oC से कम (d) 100^oC से अधिक

22. एक कमरे में, जहाँ ताप 30^oC है एक वस्तु $61°C$ से 59^oC तक 4 मिनिट में ठण्डी होती है। वस्तु को $51°C$ से 49^oC तक ठण्डा होने में लगा समय होगा [UPSEAT 2000]

(a) 4 *min* (b) 6 *min*

(c) 5 *min* (d) 8 *min*

23. ''न्यूटन के शीतलन नियम'' के अनुसार किसी वस्तु के शीतलन की दर अनुक्रमानुपाती होती है [MP PET 2001]

(a) वस्तु के ताप के

(b) वातावरण के ताप के

(c) वस्तु के ताप के चतुर्थ घात के

(d) वस्तु एवं वातावरण के तापान्तर के

24. एक वस्तु 60^oC से 40^oC तक ठन्डा होने में 7 मिनिट का समय लेती है । यदि वातावरण का ताप 10^oC हो तो यह वस्तु 40^oC से 28^oC तक ठन्डा होने में कितने मिनट का समय लेगी

[Kerala (Engg.) 2001]

(a) 3.5 (b) 11

(c) 7 (d) 10

25. एक वस्तु 50^oC से 40^oC तक ठन्डा होने में 5 मिनिट लेती है। इसके अगले 5 मिनिट में वस्तु का ताप 33.33^oC हो जाता है। आस पास के वातावरण का ताप है [MP PMT 2002]

(a) 15^oC (b) 20^oC

(c) $25^o C$ (d) $10^o C$

26. 10 मिनिट में किसी वस्तु का ताप $50^o C$ से $40^o C$ तक गिर जाता हैं। यदि वातावरण का ताप $20^o C$ हो तो अगले 10 मिनिट पश्चात वस्तु का ताप होगा **[Pb. PMT 2002]**

(a) $36.6^o C$ (b) $33.3^o C$

(c) $35^o C$ (d) $30^o C$

27. एक द्रव को $61^o C$ से $59^o C$ तक ठण्डा होने में 10 मिनिट लगते हैं। यदि कमरे का ताप $30^o C$ है तो $51^o C$ से $49^o C$ तक ठण्डा होने में कितना समय लगेगा **[RPET 2003]**

(a) 10 मिनिट (b) 11 मिनिट

(c) 13 मिनिट (d) 15 मिनिट

28. एक कैलोरीमापी का द्रव्यमान $0.2 kg$ तथा विशिष्ट ऊष्मा $900\ J/kg-K$ है। इसमें $2400\ J/kg-K$ विशिष्ट ऊष्मा का $0.5 kg$ द्रव भरा है। इसका ताप 1 मिनिट में $60^o C$ से $55^o C$ कर दिया जाता है तो शीतलन की दर है **[MP PET 2003]**

(a) 5 J/s (b) 15 J/s

(c) 100 J/s (d) 115 J/s

29. न्यूटन के शीतलन नियमानुसार, किसी वस्तु के शीतलन की दर, $(\Delta\theta)^n$ के अनुक्रमानुपाती है, जहाँ $\Delta\theta$ वस्तु तथा वातावरण के बीच तापान्तर है, तो n का मान होगा **[AIEEE 2003]**

(a) 1 (b) 2

(c) 3 (d) 4

30. एक वस्तु का प्रारम्भिक ताप $80°C$ है। यह विकिरण उत्सर्जित कर ठण्डी होती है। 5 मिनिट में इसका ताप गिरकर $64°C$ और 10 मिनिट में $52°C$ हो जाता है। तब आस-पास का ताप क्या है

[MP PMT 2003]

(a) $26°C$ (b) $49°C$

(c) $35°C$ (d) $42°C$

31. एक द्रव $50^\circ C$ से $45^\circ C$ तक ठंडे होने में 5 मिनट लेता है, एवं $45^\circ C$ से $41.5^\circ C$ तक ठंडा होने में भी 5 मिनट लेता है। परिवेश का ताप है

(a) $27^\circ C$ (b) $40.3^\circ C$

(c) $23.3^\circ C$ (d) $33.3^\circ C$

32. $22.5^\circ C$ ताप वाले एक कमरे में चाय का प्याला $65.5^\circ C$ से $62.5^\circ C$ तक ठंडा होने में एक मिनट लेता है। इसी कमरे में चाय के प्याले का ताप $46.50^\circ C$ से $40.5^\circ C$ तक होने में लगा समय (मिनट में) होगा

(a) 1 (b) 2

(c) 3 (d) 4

33. एक वस्तु का ताप 10 मिनट में $62^\circ C$ से गिरकर $50^\circ C$ हो जाता हैं। यदि परिवेश का ताप $26^\circ C$ हो, तब अगले 10 मिनट में वस्तु का ताप हो जाएगा **[RPMT 2002]**

(a) $42^\circ C$ (b) $40^\circ C$

(c) $56^\circ C$ (d) $55^\circ C$

34. एक वस्तु $90^\circ C$ से $60^\circ C$ तक ठंडा होने में 5 मिनट का समय लेती हैं। यदि परिवेश का ताप $20^\circ C$ हो, तब $60^\circ C$ से $30^\circ C$ तक ठंडा होने में इसके द्वारा लिया गया समय होगा **[RPMT 2003]**

(a) 5 मिनट (b) 8 मिनट

(c) 11 मिनट (d) 12 मिनट

35. $30^\circ C$ ताप वाले कमरे में एक वस्तु 2 मिनट में $75^\circ C$ से $65^\circ C$ तक ठंडी हो जाती है, एक दूसरी वस्तु को इसी कमरे में $55^\circ C$ से $45^\circ C$ तक ठंडा होने में लगा समय होगा **[EAMCET (Med.) 1996]**

(a) 4 (b) 5

(c) 6 (d) 7

36. एक वस्तु $80^\circ C$ से $50^\circ C$ तक ठंडा होने में 5 मिनट लेती है। यदि कमरे का ताप $20^\circ C$ हो, तब यह वस्तु $60^\circ C$ से $30^\circ C$ तक ठंडा होने में कितना समय लेगी **[RPET 1998]**

(a) 40 मिनट (b) 9 मिनट

(c) 30 मिनट (d) 20 मिनट

37. एक केन को $0^\circ C$ ताप पर रेफ्रीजरेटर से बाहर निकाला गया है। वायुमण्डल का ताप $25^\circ C$ है। यदि $0^\circ C$ से $5^\circ C$ तक गर्म होने में लगा समय t_1 एवं $10^\circ C$ से $15^\circ C$ तक गर्म होने में लगा समय t_2 हो, तब

(a) $t_1 > t_2$ (b) $t_1 < t_2$

(c) $t_1 = t_2$ (d) कोई सम्बन्ध नहीं

CT Critical Thinking

Objective Questions

1. समान पदार्थ की दो छड़ें, एक अर्द्धवृत्तीय तथा अन्य सीधी, समान अनुप्रस्थ काट वाली हैं। इन्हें चित्रानुसार जोड़ा गया है। बिन्दु A तथा B को विभिन्न ताप पर रखा गया है। अर्द्धवृत्तीय छड़ के अनुप्रस्थ काट से दिये गये समय में संचरित ऊष्मा तथा सीधी छड़ के अनुप्रस्थ काट से संचरित ऊष्मा का अनुपात है **[BCECE 2004]**

[UPSEAT 2002]

(a) $2 : \pi$

(b) 1 : 2

(c) $\pi : 2$ **[Keral T 2004]**

(d) 3 : 2

2. एक दीवार दो परतों A और B की बनी है। इन परतों की मोटाई समान है परन्तु पदार्थ अलग-अलग हैं। A के पदार्थ की ऊष्मा चालकता B से दुगनी है। तापीय साम्य अवस्था में दीवार के सिरों का तापान्तर 36°C है, परत A के सिरों पर तापान्तर होगा

[IIT 1980; CPMT 1991; BHU 1997; MP PET 1996, 99; DPMT 2000]

(a) $6^o C$ (b) $12^o C$

(c) $18^o C$ (d) $24^o C$

3. एक झील में पानी 0^oC पर बर्फ में बदलता है जबकि वायुमण्डल का ताप -10^oC है। यदि 1 सेमी बर्फ की परत जमने में 7 घंटे लगते हैं तब बर्फ की परत की मोटाई 1 सेमी से 2 सेमी होने में लगा समय होगा

[NCERT 1971; MP PMT/PET 1988; UPSEAT 1996]

(a) 7 घण्टे (b) 14 घण्टे

(c) 7 घण्टे से कम (d) 7 घण्टे से अधिक

4. R त्रिज्या के बेलनाकार छड़ के पदार्थ का ऊष्मा चालकता गुणांक K_1 है। इसे एक अन्य K_2 ऊष्मा चालकता गुणांक के भीतर बेलनाकार खोल में रखा गया है, इसकी आन्तरिक त्रिज्या R और बाह्य त्रिज्या $2R$ है। दोनों बेलनों के सिरों को (संयुक्त रूप से) विभिन्न तापों पर रखा गया है, उनके पृष्ठों से ऊष्मा हानि नहीं होती है और निकाय स्थायी अवस्था में है, तो निकाय की संयुक्त ऊष्मा चालकता होगी

[IIT 1988; MP PMT 1994, 97; SCRA 1998]

(a) K_1+K_2 (b) $\dfrac{K_1K_2}{K_1+K_2}$

(c) $\dfrac{K_1+3K_2}{4}$ (d) $\dfrac{3K_1+K_2}{4}$

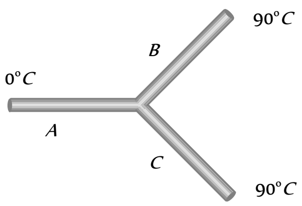
5. एकसमान अनुप्रस्थ काट वाली तीन छड़ों को चित्रानुसार जोड़ा गया है। प्रत्येक छड़ की लम्बाई समान है। बाँये एवं दाँये सिरों को क्रमशः 0^oC एवं 90^oC पर रखा गया है। तीनों छड़ों की सन्धि-स्थल का ताप होगा **[IIT-JEE (Screening) 2001]**

(a) 45^oC

(b) 60^oC

(c) 30^oC

(d) 20^oC



6. एक 20 ओह्म के प्रतिरोध के हीटर द्वारा कमरे का ताप 20^oC नियत रखा जाता है। हीटर को 200 वोल्ट मेन्स से संयोजित रखकर कमरे का ताप सर्वत्र समान रखा जाता है। ऊष्मा एक काँच की खिड़की से निर्गत होती है। काँच की मोटाई 0.2 सेमी और क्षेत्रफल 1 मी^{2} है। बाह्य का ताप क्या होगा, यदि कांच की ऊष्मा चालकता $K=0.2 cal/m/°C/sec$ तथा J = 4.2 *J/cal* **[IIT 1978]**

(a) 15.24^oC (b) $15.00°C$

(c) 24.15^oC (d) इनमें से कोई नहीं

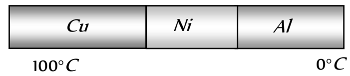
7. यदि वायु का ताप $-\theta^oC$ (हिमांक के नीचे) एवं पानी पर x सेमी. मोटी बर्फ की तह जमी हुई है, जो t समय में x मोटाई से बढ़कर y मोटाई की हो जाती है, तो समय t का मान होगा

(a) $\dfrac{(x+y)(x-y)\rho L}{2k\theta}$ (b) $\dfrac{(x-y)\rho L}{2k\theta}$

(c) $\dfrac{(x+y)(x-y)\rho L}{k\theta}$ (d) $\dfrac{(x-y)\rho Lk}{2\theta}$

(जबकि ρ = बर्फ का घनत्व, L = बर्फ की गुप्त ऊष्मा, K = बर्फ की ऊष्मा चालकता)

8. एक छड़ की 25 सेमी लम्बाई ताँबे की एवं 10 सेमी निकिल एवं 15 सेमी लम्बाई एल्युमीनियम की बनी है। प्रत्येक एक-दूसरे से पूर्णतः ऊष्मीय संतुलन में हैं। ताँबे की छड़ का एक सिरा $100°C$ तथा एल्युमीनियम का बाह्य सिरा $0°C$ पर है। पूर्ण 50 सेमी लम्बी छड़ को एक पट्टे से ढका गया है, जिससे उनके पृष्ठों से ऊष्मा हानि नहीं होती है। $K_{\text{तांबा}}=0.92;$ $K_{\text{एल्युमिनियम}}=0.5;$ $K_{\text{निकिल}}=0.14$ CGS मात्रक हैं, तो $Cu-Ni$ और $Ni-Al$ सन्धियों पर क्रमशः ताप होगा



(a) 23.33^oC और 78.8^oC (b) 83.33^oC और 20^oC

(c) 50^oC और 30^oC (d) 30^oC और 50^oC

9. समान धातुओं से बनी व समान अनुप्रस्थ परिच्छेद वाली तीन छड़ें एक समद्विबाहु त्रिभुज ABC की भुजाएँ बनाती हैं जो कि B पर समकोणीय है। बिन्दुओं A व B को क्रमशः ताप T व $(\sqrt{2})T$ पर रखा गया है। स्थायी अवस्था (Steady state) में बिन्दु C का ताप T_c है। मानाकि केवल ऊष्मा चालन होता है, तो $\dfrac{T_C}{T}$ का मान होगा

[IIT 1995]

(a) $\dfrac{1}{(\sqrt{2}+1)}$ (b) $\dfrac{3}{(\sqrt{2}+1)}$

(c) $\dfrac{1}{2(\sqrt{2}-1)}$ (d) $\dfrac{1}{\sqrt{3}(\sqrt{2}-1)}$

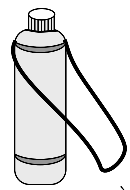
10. एक थर्मस फ्लास्क से ऊष्मा बाहर निकलने की संभावना केवल इसके कॉर्क से है। कार्क की मोटाई 5*cm*, इसका क्षेत्रफल 75*cm* एवं ऊष्मीय चालकता 0.0075*cal/cmsecC* है। बाहर का ताप 40*C* तथा बर्फ की गुप्त ऊष्मा 80 *cal gm* है। फ्लास्क में स्थित 500*gm* बर्फ को 0*C* ताप पर पिघलकर 0*C* का पानी बनने में लगा समय है **[CPMT 1974, 78;**

(a) 2.47 *hr*

(b) 4.27 *hr*

(c) 7.42 *hr*

(d) 4.72 *hr*



11. यदि एक गोला, घन तथा पतली वृत्ताकार प्लेट को समान ताप 100°*C* तक गर्म किया गया है, तो कौन पहले ठंडा होगा

[IIT 1972; MP PMT 1993;
J & K CET 2000 MH CET 2000; UPSEAT 2001]

(a) प्लेट (b) गोला

(c) घन (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

12. समान विमाओं वाली तीन छड़ें, जिनकी ऊष्मीय चालकताएँ $3K, 2K$ तथा K हैं, चित्रानुसार व्यवस्थित की गई हैं। इनके सिरे $100^oC, 50^oC$ तथा 20^oC पर हैं इनकी सन्धि का ताप है

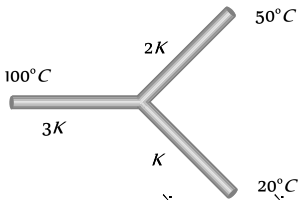
[UPSEAT 2002]

(a) $60^o\ C$

(b) $70^o\ C$

(c) $50^\circ C$

(d) $35^\circ C$



13. दो समरूप (identical) चालक छड़ें प्रारम्भ में दो बर्तनों से अलग–अलग जुड़ी हैं, एक बर्तन में $100^\circ C$ पर पानी एवं दूसरे बर्तन में $0^\circ C$ पर बर्फ रखा है। बाद में दोनों छड़ों के सिरों को आपस में जोड़कर दिये गये दो बर्तन से जोड़ा जाता है। यदि इन दोनों स्थितियों में बर्फ के पिघलने की दर क्रमशः q_1 एवं q_2 gm/s हो तो q_1/q_2 का मान है [IIT-JEE (Screening) 2004]

(a) $\frac{1}{2}$ (b) $\frac{2}{1}$

(c) $\frac{4}{1}$ (d) $\frac{1}{4}$

14. एक ठोस घन तथा एक ठोस गोला दोनों एक ही पदार्थ के बने हुए हैं और दोनों का पृष्ठीय क्षेत्रफल समान है। यदि दोनों का तापमान $120^o C$ हो तो [MP PET 1992, 96; MP PMT 2000]

(a) घन और गोला दोनों समान दर से ठण्डे होंगे

(b) घन के ठण्डे होने की दर, गोले की अपेक्षा अधिक होगी

(c) गोले के ठण्डे होने की दर, घन की अपेक्षा अधिक होगी

(d) दोनों में से जिसका द्रव्यमान अधिक होगा, उसकी ठण्डे होने की दर अधिक होगी

15. दो पिण्डों A व B की ऊष्मीय उत्सर्जकताएँ क्रमशः 0.01 व 0.81 हैं। दोनों पिण्डों के बाह्य पृष्ठीय क्षेत्रफल समान हैं। दोनों पिण्ड समान दर से कुल विकिरित शक्ति उत्सर्जित करते हैं। B से प्राप्त विकिरण में अधिकतम वर्णक्रम विकिरण के तुल्य तरंगदैर्ध्य λ_B, A से प्राप्त अधिकतम वर्णक्रम विकिरण के तुल्य तरंगदैर्ध्य से $1.00\,\mu m$ विस्थापित हो जाती है। यदि A का ताप $5802\ K$ हो, तो

[IIT 1994; DCE 1996]

(a) B का ताप $1934\ K$ होगा

(b) $\lambda_B = 1.5\,\mu m$ होगा

(c) B का ताप $11604\ K$ होगा

(d) B का ताप $2901\ K$ होगा

16. किसी कृष्ण वस्तु का तापक्रम 2880 कैल्विन है। तरंगदैर्ध्य 499 नैनोमीटर से 500 नैनोमीटर के मध्य विकिरण ऊर्जा U_1, तरंगदैर्ध्य 999 नैनोमीटर से 1000 नैनोमीटर के मध्य विकिरण ऊर्जा U_2 तथा 1499 नैनोमीटर से 1500 नैनोमीटर के मध्य विकिरण ऊर्जा U_3 है। यदि वीन नियतांक $b = 2.88 \times 10^6$ नैनोमीटर कैल्विन हो, तब

[IIT 1998]

(a) $U_1 = 0$ (b) $U_3 = 0$

(c) $U_1 > U_2$ (d) $U_2 > U_1$

17. एक धातु का काला पतरा (Foil) विकिरण द्वारा T ताप पर स्थित एक गोले द्वारा गर्म किया जाता है, यह गोला उससे d दूरी पर रखा गया है। यह पाया गया कि पतरे के द्वारा प्राप्त शक्ति P है। यदि गोले का तापक्रम और दूरी d दोनों दोगुने कर दिये जायें तो पतरे के द्वारा प्राप्त शक्ति होगी [MP PMT 1997]

(a) $16P$ (b) $4P$

(c) $2P$ (d) P

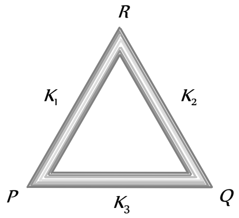
18. समान आकार की तीन छड़ें चित्रानुसार व्यवस्थित की गई हैं इनकी ऊष्मा चालकताएँ K_1, K_2 एवं K_3 हैं। बिन्दु P व Q को अलग–अलग तापों पर इस प्रकार रखा जाता है, कि PRQ व PQ के अनुदिश ऊष्मा प्रवाह की दर समान है, तब [KCET 2001]

(a) $K_3 = \frac{1}{2}(K_1 + K_2)$

(b) $K_3 = K_1 + K_2$

(c) $K_3 = \frac{K_1 K_2}{K_1 + K_2}$

(d) $K_3 = 2(K_1 + K_2)$



19. दो धात्विक गोले S_1 व S_2 समान पदार्थों के बने हैं एवं इनके पृष्ठों की बनावट एकसमान है। S_1 का द्रव्यमान S_2 से तिगुना है। दोनों को समान उच्च ताप पर गर्म करके तथा इन्हें इससे कम ताप वाले समान कमरे में रख दिया जाता है जो कि परस्पर ऊष्मीय कुचालक हैं। S_1 के ठण्डा होने की प्रारम्भिक दर का S_2 के ठण्डा होने की प्रारम्भिक दर से अनुपात है [IIT 1995]

(a) $1/3$ (b) $(1/3)^{1/3}$

(c) $1/\sqrt{3}$ (d) $\sqrt{3}/1$

20. तीन वृत्ताकार चकतियाँ A, B एवं C जिनकी त्रिज्यायें क्रमशः $2m$, $4m$, एवं $6m$ हैं, के ऊपरी सतह पर कार्बन ब्लैक का लेप चढ़ा है। इन पर आपतित विकिरण की महत्तम तीव्रता के सदृश तरंगदैर्ध्य क्रमशः $300nm$, $400nm$ एवं $500\ nm$ है एवं इनसे विकरित शक्ति का मान क्रमशः Q_a, Q_b, एवं Q_c है, तो

[IIT-JEE (Screening) 2004]

(a) Q_a महत्तम है (b) Q_b महत्तम है

(c) Q_c महत्तम है (d) $Q_a = Q_b = Q_c$

21. एक कृष्ण पिण्ड स्रोत से एक मिनट में उत्सर्जित कुल ऊर्जा को एकत्रित किया जाता है, एवं इससे पानी की एक निश्चित मात्रा को गर्म किया जाता है। पानी का ताप $20^o C$ से बढ़कर $20.5^o C$ हो जाता है। यदि कृष्ण पिण्ड के परमताप को दोगुना कर दिया जाये, एवं उपरोक्त प्रयोग को $20^o C$ वाले पानी की समान मात्रा के साथ दोहराया जाये, तब पानी का ताप हो जाएगा [UPSEAT 2004]

(a) $21^o C$ (b) $22^o C$

(c) $24^o C$ (d) $28^o C$

22. एक ठोस गोला एवं एक खोखला गोला जो समान आकार व समान पदार्थ के बने हैं, को समान ताप पर गर्म करके उन्हें एक ही

वातावरण में ठण्डा करने के लिए छोड़ दिया जाता है। यदि प्रत्येक गोला व इसके आसपास के बीच तापान्तर T हो, तो

[Manipal MEE 1995]

(a) T के सभी मानों के लिए खोखला गोला जल्दी ठण्डा होगा

(b) T के सभी मानों के लिए ठोस गोला जल्दी ठण्डा होगा

(c) T के सभी मानों के लिए दोनों गोले एक ही दर से ठण्डे होंगे

(d) केवल T के छोटे मानों के लिए दोनों गोले एक ही दर से ठण्डे होंगे

23. ताँबे का एक ठोस घनाकृति पिंड, जिसकी भुजा की लम्बाई 1 सेमी है, एक निर्वातित पात्र में लटकाये जाने पर उस ठोस का ताप 100^oC से 99^oC तक घटने में 100 सैकण्ड का समय लगता है। एक दूसरा ताँबे का ठोस घन पिंड जिसकी भुजा की लम्बाई 2 सेमी है, और जिसके पृष्ठों का स्वरूप पहले पिंड के समान है, उसी प्रकार लटकाया जाता है। इस पिंड का ताप 100^oC से 99^oC तक घटने में लगने वाले समय का मान लगभग होगा

[MP PMT 1997]

(a) $25\ s$ (b) $50\ s$

(c) $200\ s$ (d) $400\ s$

24. एक वस्तु का प्रारम्भिक ताप $80^\circ C$ है। यह 5 मिनट में $64^\circ C$ तक एवं 10 मिनट में $52^\circ C$ तक ठंडी हो जाती है। 15 मिनट बाद वस्तु का ताप होगा [UPSEAT 2000; Pb. PET 2004]

(a) $42.7^\circ C$ (b) $35^\circ C$

(c) $47^\circ C$ (d) $40^\circ C$

25. एक झील की सतह पर $5cm$ मोटी बर्फ की परत स्थित है। हवा का तापमान $-10^\circ C$ है, तो बर्फ की परत की मोटाई दो गुना होने में लगा समय होगा ($L = 80\ cal/g$, $K_{बर्फ} = 0.004\ Erg/s\text{-}k$, $d_{बर्फ} = 0.92\ g\ cm^{-3}$)

[RPET 1998]

(a) 1 *hour* (b) 191 *hours*

(c) 19.1 *hours* (d) 1.91 *hours*

26. एक ही पदार्थ की चार एकसमान छड़ों को एक-दूसरे के सिरों के साथ इस तरह जोड़ दिया गया है कि एक वर्ग बन जाये। यदि वर्ग के एक विकर्ण के सिरों पर तापान्तर $100^\circ C$ है, तो दूसरे विकर्ण के सिरों पर तापान्तर होगा (जहाँ l प्रत्येक छड़ की लम्बाई है)

[MP PET 1989; RPMT 2002]

(a) 0^oC (b) $\frac{100}{l}\ ^oC$

(c) $\frac{100}{2l}\ ^oC$ (d) 100^oC

27. एक बेलनाकार छड़ जिसका एक सिरा भाप कक्ष में एवं दूसरा बर्फ में रखने पर 0.1 ग्राम बर्फ प्रति सैकण्ड पिघलती है। यदि दूसरी छड़ जिसकी लम्बाई पहली की आधी एवं त्रिज्या दुगनी हो उपयोग में लायी जाए, जिसकी ऊष्मा चालकता पहली छड़ की $\frac{1}{4}$ गुनी है, तब बर्फ पिघलने की दर ग्राम/सैकण्ड में होगी [EAMCET 1987]

(a) 3.2 (b) 1.6

(c) 0.2 (d) 0.1

28. $1.0\ m$ लम्बी एवं $10^{-3}m^2$ अनुप्रस्थ काट की किसी ताँबे की छड़ का एक सिरा उबलते पानी में एवं एक सिरा बर्फ में रखा जाता है। यदि ताँबे का ऊष्मीय चालकता गुणांक $92\ cal/m-s-^oC$ व बर्फ की गुप्त ऊष्मा $8\times10^4\ cal/kg$ हो, तो 1 मिनट में पिघलने वाली बर्फ की मात्रा है [MNR 1994]

(a) $9.2\times10^{-3}kg$ (b) $8\times10^{-3}kg$

(c) $6.9\times10^{-3}kg$ (d) $5.4\times10^{-3}kg$

29. खाने की वस्तुओं को ठण्डा रखने के लिए प्रयुक्त बर्फ-बॉक्स की दीवारों का क्षेत्रफल 1 मीटर^2 है और प्रत्येक दीवार की मोटाई 5.0 सेमी है। बर्फ-बॉक्स की ऊष्मा चालकता $K = 0.01$ जूल/मीटर-सैन्टीग्रेड है। यह बॉक्स 0^o सैन्टीग्रेड की बर्फ तथा खाने की वस्तुओं से भर दिया जाता है जबकि दिन का ताप 30° सैन्टीग्रेड है। बर्फ की गलन गुप्त ऊष्मा का मान 334×10^3 जूल/किलोग्राम है, तो एक दिन में पिघलने वाली बर्फ की मात्रा होगी (1 दिन = 86,400 सैकण्ड) [MP PMT 1995]

(a) 776 ग्राम (b) 7760 ग्राम

(c) 11520 ग्राम (d) 1552 ग्राम

30. समान आकार की पाँच छड़ों को चित्रानुसार व्यवस्थित किया गया है। इनकी ऊष्मीय चालकताएँ K_1, K_2, K_3, K_4 एवं K_5 है। जब A और B बिन्दुओं को विभिन्न तापों पर रखा जाता है तो बीच वाली छड़ से कोई ऊष्मा प्रवाहित नहीं होती है, यदि

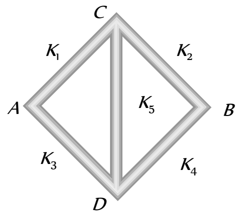
[KCET 2002]

(a) $K_1 = K_4$ एवं $K_2 = K_3$

(b) $K_1K_4 = K_2K_3$

(c) $K_1K_2 = K_3K_4$

(d) $\frac{K_1}{K_4} = \frac{K_2}{K_3}$



31. एक r त्रिज्या का धातु का गर्म गोला ऊष्मा विकरित करता है, उसके ठण्डे होने की दर

(a) r पर निर्भर नहीं है (b) r के समानुपाती है

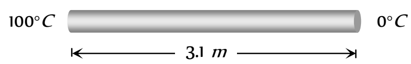
(c) r^2 के समानुपाती है (d) $1/r$ के समानुपाती है

32. एक ठोस ताम्र गोला (घनत्व ρ एक विशिष्ट ऊष्मा c) की त्रिज्या r एवं इसका प्रारम्भिक ताप $200K$ है। इसे एक प्रकोष्ठ में लटकाया गया है। जिसकी दीवारे $0K$ ताप पर है। गोले का ताप 100 K तक गिरने में लगा समय (माइक्रो सेकेण्ड में) होगा [IIT-JEE 1991]

(a) $\frac{72}{7}\frac{r\rho c}{\sigma}$ (b) $\frac{7}{72}\frac{r\rho c}{\sigma}$

(c) $\frac{27}{7}\frac{r\rho c}{\sigma}$ (d) $\frac{7}{27}\frac{r\rho c}{\sigma}$

33. एक समान अनुप्रस्थकाट एवं 3.1 मीटर लम्बी एक ताम्र छड़ का एक सिरा बर्फ के सम्पर्क में है, एवं दूसरा सिरा $100^\circ C$ वाले जल में रखा है। इसकी लम्बाई के अनुदिश किस बिन्दु पर $200^\circ C$ ताप बनाये रखा जाये, ताकि स्थायी अवस्था में जितनी मात्रा बर्फ की पिघलती है, उतनी ही मात्रा समान समयान्तराल में बनी भाप की हो। यह मानते हुए कि सम्पूर्ण निकाय एवं परिवेश के बीच ऊष्मा का कोई स्थानान्तरण नहीं होता है। बर्फ के गलन की गुप्त ऊष्मा एवं जल के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा क्रमशः $80 cal/gm$ एवं $540\ cal/gm$ है



(a) $100°C$ वाले सिरे से 40 cm पर

(b) $0°C$ वाले सिरे से 40 cm दूर

(c) $100°C$ वाले सिरे से 25 cm पर

(d) $0°C$ वाले सिरे से 125 cm दूर

34. एक ही पदार्थ के बने एवं समान आयतन के एक गोले एवं घन को समान ताप तक गर्म करने के बाद इन्हें एक ही परिवेश में ठंडा होने दिया जाता है। उत्सर्जित ऊष्मा विकिरणों का अनुपात होगा

(a) 1 : 1 (b) $\frac{4\pi}{3} : 1$

(c) $\left(\frac{\pi}{6}\right)^{1/3} : 1$ (d) $\frac{1}{2}\left(\frac{4\pi}{3}\right)^{2/3} : 1$

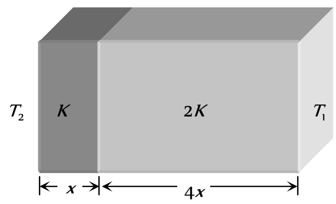
35. दो पदार्थों जिनके ऊष्मा चालकता गुणांक K तथा $2K$ तथा मोटाई क्रमशः x तथा $4x$ है, को जोड़कर एक संयुक्त पट्टिका बनायी गयी है, जिसके दो बाह्य पृष्ठों के ताप क्रमशः T_2 तथा T_1 ($T_2 > T_1$) हैं। स्थायी अवस्था में इस पट्टिका से प्रवाहित ऊष्मा की दर $\left(\frac{A(T_2 - T_1)K}{x}\right)f$, है, जिसमें f का मान है [AIEEE 2004]

(a) 1

(b) $\frac{1}{2}$

(c) $\frac{2}{3}$

(d) $\frac{1}{3}$



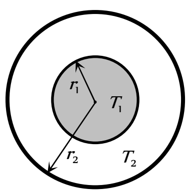
36. निम्नचित्र में r_1 तथा r_2 त्रिज्याओं के दो संकेन्द्री गोलों का एक निकाय दर्शाया गया है जिन्हें क्रमशः T_1 तथा T_2 तापों पर रखा गया है। दोनों संकेन्द्री गोलों के बीच के पदार्थ में ऊष्मा के त्रिज्यीय प्रवाह की दर समानुपाती है [AIEEE 2005]

(a) $\frac{r_1 r_2}{(r_1 - r_2)}$

(b) $(r_2 - r_1)$

(c) $(r_2 - r_1)(r_1 r_2)$

(d) $\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$



37. चार सर्वसम धात्विक छड़ों को मिलाकर एक वर्ग बनाया गया है। इस वर्ग के दो विकर्ण अभिमुख (Diagonally opposite) बिन्दुओं के ताप स्थायी अवस्था में क्रमशः T व $\sqrt{2}\,T$ हैं। यह मानते हुए कि ऊष्मा का केवल चालन होता है, वर्ग के अन्य दो बिन्दुओं के बीच तापान्तर होगा [BCECE 2005]

(a) $\frac{\sqrt{2}+1}{2}T$ (b) $\frac{2}{\sqrt{2}+1}T$

(c) 0 (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

Graphical Questions

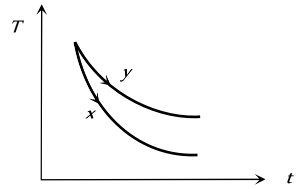
1. संलग्न ग्राफ, विकिरण उत्सर्जन के कारण समान पृष्ठीय क्षेत्रफल वाली दो वस्तुओं x तथा y के ताप (T) का समय (t) के साथ परिवर्तन दर्शाता है तो दोनों वस्तुओं की उत्सर्जन क्षमता (e) तथा अवशोषण क्षमता (a) के मध्य सही सम्बन्ध है [IIT-JEE (Screening) 2003]

(a) $e_x > e_y$ एव $a_x < a_y$

(b) $e_x < e_y$ एवं $a_x > a_y$

(c) $e_x > e_y$ एवं $a_x > a_y$

(d) $e_x < e_y$ एवं $a_x < a_y$



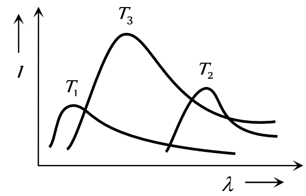
2. चित्र में, तीन कृष्ण वस्तुओं के लिए क्रमशः T_1, T_2 व T_3 तापों पर तीव्रता –तरंगदैर्ध्य ग्राफों को दिखाया गया है। उनके तापक्रम इस प्रकार हैं कि [IIT-JEE (Screening) 2000]

(a) $T_1 > T_2 > T_3$

(b) $T_1 > T_3 > T_2$

(c) $T_2 > T_3 > T_1$

(d) $T_3 > T_2 > T_1$



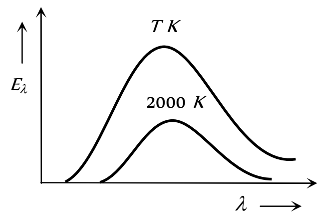
3. संलग्न चित्र में, दो विभिन्न तापों पर एक कृष्ण पिण्ड के स्पैक्ट्रमी ऊर्जा घनत्व वितरण E_λ को दर्शाया गया है। यदि वक्रों से घिरे क्षेत्रफलों का अनुपात 16 : 1 है तो ताप T का मान है [DCE 1999]

(a) 32,000 K

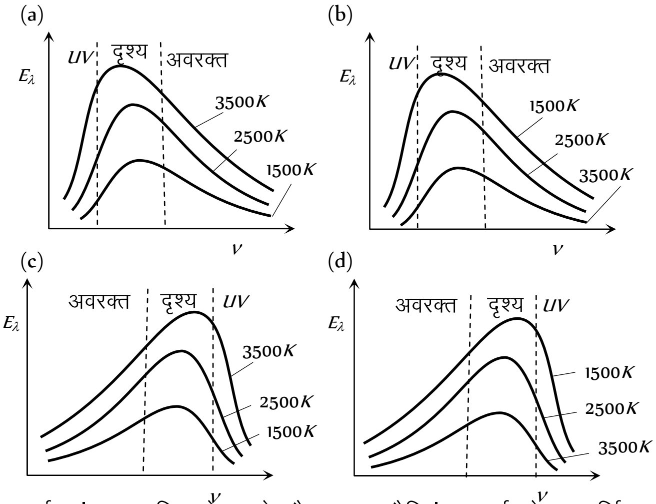
(b) 16,000 K

(c) 8,000 K

(d) 4,000 K

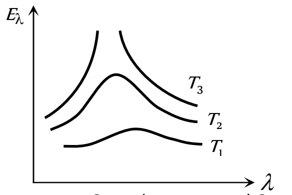


4. नीचे दर्शाए गये चित्रों में कौन सा चित्र, नियत ताप पर कृष्ण पिण्ड की विकिरण तीव्रता व आवृत्ति ग्राफ को सही प्रदर्शित करता है



5. सूर्य, टंगस्टन फिलामेन्ट के लैम्प तथा वैल्डिंग आर्क से उत्सर्जित विकिरण ऊर्जा को तरंगदैर्ध्य के फलन के रूप को चित्र में दर्शाया गया है। कौन सा विकल्प सही सुमेलित है

[IIT-JEE (Screening) 2005]



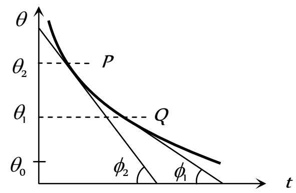
(a) सूर्य – T_1, टंगस्टन फिलामेन्ट –T_2, वैल्डिंग आर्क –T_3

(b) सूर्य –T_2, टंगस्टन फिलामेन्ट –T_1, वैल्डिंग आर्क –T_3

(c) सूर्य –T_3, टंगस्टन फिलामेन्ट –T_2, वैल्डिंग आर्क –T_1

(d) सूर्य –T_1, टंगस्टन फिलामेन्ट –T_3, वैल्डिंग आर्क –T_2

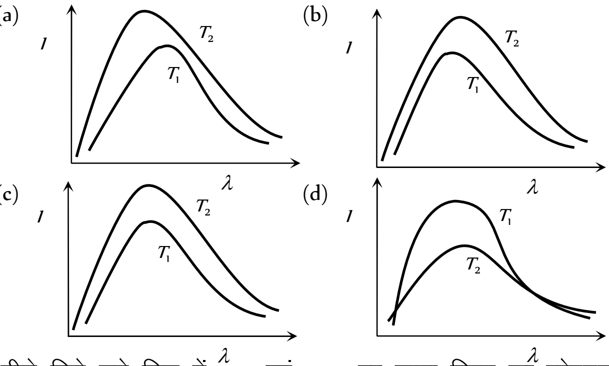
6. एक वस्तु नियत ताप θ_0 वाले परिवेश में ठण्डी होती है। यह न्यूटन के शीतलन नियम का पालन करती है। चित्र में वस्तु के तापक्रम θ व समय t के बीच ग्राफ को दर्शाया गया है। वक्र के बिन्दु $P(\theta = \theta_1)$ एवं $Q(\theta = \theta_2)$ पर स्पर्श रेखायें खींची गई हैं। ये रेखायें चित्रानुसार समय अक्ष के साथ कोण ϕ_2 एवं ϕ_1 बनाती हैं, तब



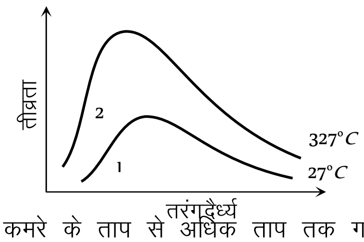
(a) $\dfrac{\tan\phi_2}{\tan\phi_1} = \dfrac{\theta_1 - \theta_0}{\theta_2 - \theta_0}$ (b) $\dfrac{\tan\phi_2}{\tan\phi_1} = \dfrac{\theta_2 - \theta_0}{\theta_1 - \theta_0}$

(c) $\dfrac{\tan\phi_1}{\tan\phi_2} = \dfrac{\theta_1}{\theta_2}$ (d) $\dfrac{\tan\phi_1}{\tan\phi_2} = \dfrac{\theta_2}{\theta_1}$

7. निम्न चित्रों में T_1 तथा T_2 $(T_2 > T_1)$ ताप पर कृष्ण वस्तु हेतु ऊर्जा वितरण दर्शाये गये हैं, कौन सा ग्राफ सही है **[AIIMS 2003]**



8. नीचे दिये गये चित्र में $27°C$ एवं $327°C$ पर कृष्ण पिण्ड का स्पेक्ट्रम दिखाया गया है। यदि इन वक्रों से घिरे क्षेत्रफल क्रमशः A_1 व A_2 हों तब $\dfrac{A_2}{A_1}$ का मान होगा



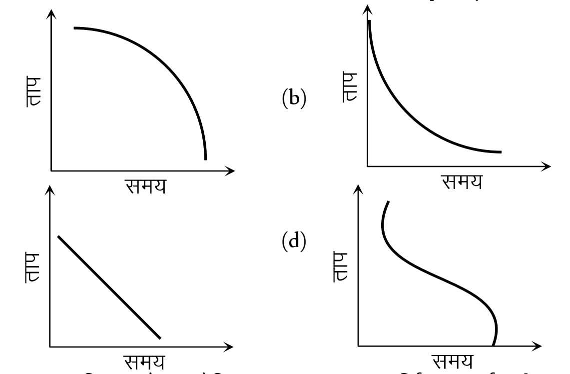
(a) 1 : 16

(b) 4 : 1

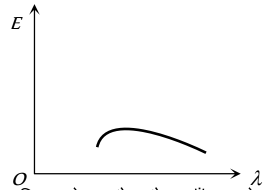
(c) 2 : 1

(d) 16 : 1

9. एक धात्वीय गुटके को कमरे के ताप से अधिक ताप तक गर्म किया जाता है तथा फिर इसे कमरे (वायु धारायें रहित) में ठण्डा होने दिया जाता है। निम्न में से कौनसा वक्र ठण्डा होने की दर को दर्शाता है **[Manipal MEE 1995]**



10. एक कृष्ण पिण्ड से T कैल्विन ताप पर उत्सर्जित ऊर्जा की तरंग लम्बाई (λ) के सापेक्ष ऊर्जा वितरण E को चित्र में दर्शाया गया है। उच्चतम ऊर्जा के संगत शिखर, ताप बढ़ने पर



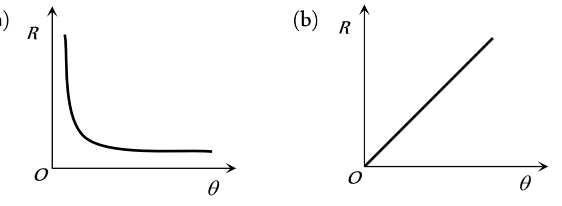
(a) बायीं ओर विस्थापित होता है और ऊँचा हो जाता है

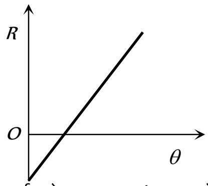
(b) ऊँचा उठ जायेगा परन्तु विस्थापित नहीं होगा

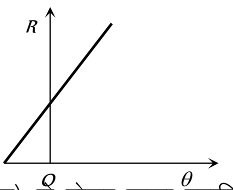
(c) दायीं ओर विस्थापित होगा और ऊँचा हो जाता है

(d) बायीं ओर विस्थापित होगी और वक्र चौड़ा हो जायेगा

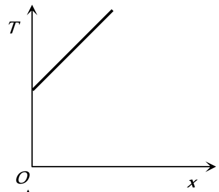
11. वस्तु एवं वातावरण के बीच अल्प तापान्तर पर, ऊर्जा हानि की दर R एवं ताप के बीच सम्बन्ध को किस वक्र द्वारा दर्शाया गया है

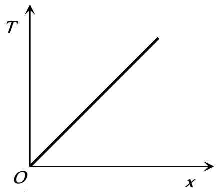


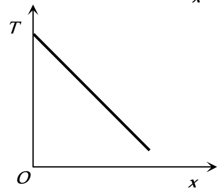
(c) 

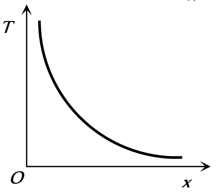
(d) 

12. l लम्बाई के चालक ($x = 0$ से $x = l$ तक) से होकर ऊष्मा प्रवाहित हो रही है। यदि इसकी प्रति इकाई लम्बाई का ऊष्मीय प्रतिरोध एक समान हो, तब निम्न में से कौनसा ग्राफ सही है

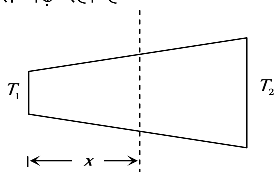
(a) 

(b) 

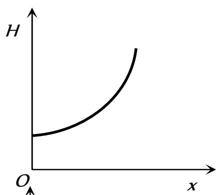
(c) 

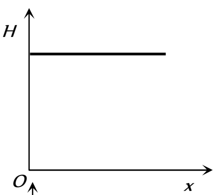
(d) 

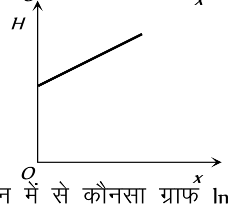
13. एक चालक की त्रिज्या (चित्रानुसार) बाँयी ओर से दाँयी ओर एकसमान दर से बढ़ रही है

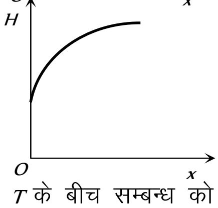


चालक का पदार्थ समदैशिक हैं एवं इसकी वक्र सतह ऊष्मीय रूप से परिवेश से विलगित है। इसके सिरे पर ताप T_1 व T_2 ($T_2 > T_1$) हैं। यदि स्थायी अवस्था में, ऊष्मा प्रवाह की दर H है तब निम्न में से कौनसा ग्राफ सही है

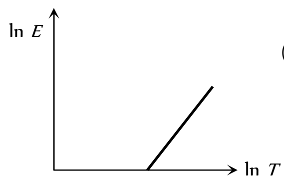
(a) 

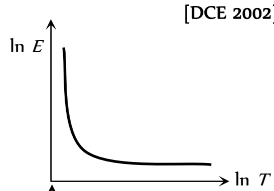
(b) 

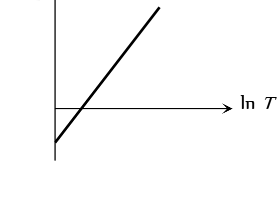
(c) 

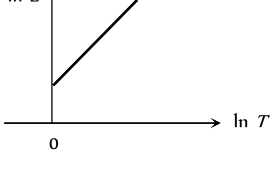
(d) 

14. निम्न में से कौनसा ग्राफ $\ln E$ एवं $\ln T$ के बीच सम्बन्ध को सही रूप से प्रदर्शित करता है, यहाँ E किसी वस्तु के प्रति इकाई क्षेत्रफल से प्रति सेकेण्ड उत्सर्जित ऊर्जा एवं T परमताप है **[DCE 2002]**

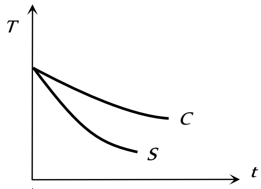
(a) 

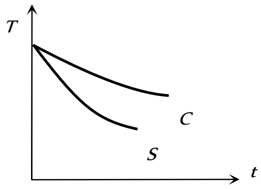
(b) 

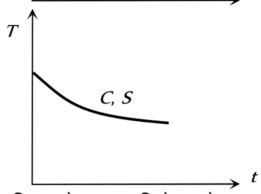
(c) 

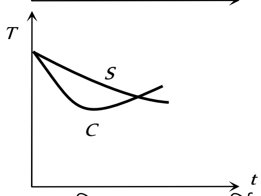
(d) 

15. एक खोखला ताँबे का गोला S एवं एक ताँबे का खोखला घन C, दोनों की दीवारें बहुत पतली, एवं इनके क्षेत्रफल समान हैं। दोनों में $90°C$ पर जल भरा हुआ है, एवं दोनों को एक ही परिवेश में ठंडा होने दिया जाता है। निम्न में से कौनसा ग्राफ दोनों के शीतलन को सही अभिव्यक्त करता है

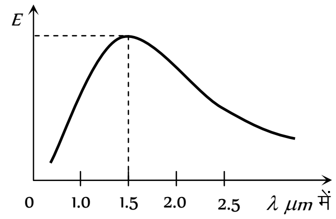
(a) 

(b) 

(c) 

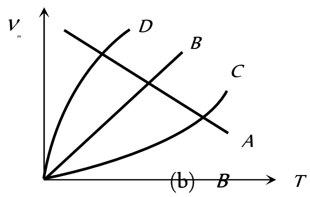
(d) 

16. नीचे चित्र में एक दिये गये ताप पर कृष्ण पिण्ड द्वारा उत्सर्जित विकिरणों के ऊर्जा घनत्व के वितरण को दिखाया गया है। कृष्ण पिण्ड का सम्भव ताप है



(a) 1500 K
(b) 2000 K
(c) 2500 K
(d) 3000 K

17. कृष्ण वस्तु हेतु $\nu_m - T$ ग्राफ कौनसा होगा **[RPMT 1996]**



(a) A
(b) B
(c) C
(d) D

AR Assertion & Reason

For AIIMS Aspirants

निम्नलिखित प्रश्नों में प्रक्कथन (Assertion) के वक्तव्य के पश्चात् कारण (Reason) का वक्तव्य है।

(a) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं और कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण देता है
(b) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं किन्तु कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण नही देता है
(c) प्रक्कथन सही है किन्तु कारण गलत है
(d) प्रक्कथन और कारण दोनों गलत हैं
(e) प्रक्कथन गलत है किन्तु कारण सही है

1. प्रक्कथन : एक दी गयी तरंगदैर्ध्य के विकिरण के लिये एक पिण्ड जो अच्छा विकिरक (रेडियेटर) होता है वह एक अच्छा अवशोषक भी होता है।
कारण : किरचौफ नियम के अनुसार एक दी गयी तरंगदैर्ध्य पर, पिण्ड की अवशोषकता उसकी उत्सर्जकता के तुल्य होती है। [AIIMS 2005]

2. प्रक्कथन : एक कृष्णिका की अधिकतम उत्सर्जन की तरंगदैर्ध्य उच्चतर तापमानों पर निम्नतर तरंगदैर्ध्य की ओर खिसकती है।
कारण : एक कृष्णिका की शिखर उत्सर्जन की तरंगदैर्ध्य तापक्रम के चतुर्थ घात के समानुपाती होती है। [AIIMS 2005]

3. प्रक्कथन : समुद्री किनारों पर ताप सामान्य होते हैं।
कारण : जल की ऊष्मीय चालकता उच्च होती है। [AIIMS 2003]

4. प्रक्कथन : आग के किनारों की ओर स्थित किसी बिन्दु की तुलना में आग के ऊपर की ओर समान दूरी पर स्थित बिन्दु पर अधिक गर्मी होती है।
कारण : आग के चारों ओर स्थित वायु ऊपर की ओर अधिक ऊष्मा संचरित करती है। [AIIMS 2003]

5. प्रक्कथन : वस्तुएँ सभी तापों पर ऊष्मा उत्सर्जित करती हैं।
कारण : ऊष्मा विकिरण की दर परमताप की चतुर्थ घात के अनुक्रमानुपाती होती है। [AIIMS 1999, 2002]

6. प्रक्कथन : ऊनी कपड़े सर्दियों में शरीर को गर्म रखते हैं।
कारण : वायु ऊष्मा की कुचालक होती है। [AIIMS 2002]

7. प्रक्कथन : श्रेणीक्रम में जुड़ी समान मोटाई की दो प्लेटों की तुल्य ऊष्मीय चालकता, दी गई कम ऊष्मीय चालकता से भी कम होती है।
कारण : श्रेणीक्रम में जुड़ी समान मोटाई की दो प्लेटों की तुल्य ऊष्मीय चालकता निम्न समीकरण से दी जाएगी। [AIIMS 1997]

$$\frac{1}{K}=\frac{1}{K_1}+\frac{1}{K_2}$$

8. प्रक्कथन : एक नियत ताप पर रखा गया खोखला धात्विक बन्द पात्र कृष्ण पिण्ड विकिरण के स्रोत की तरह कार्य कर सकता है।
कारण : सभी धातुएँ कृष्ण पिण्ड की तरह कार्य करती हैं। [AIIMS 1996]

9. प्रक्कथन : यदि एक तारे के ताप को दोगुना कर दिया जाये, तो इससे ऊष्मा हानि की दर 16 गुनी हो जाएगी।
कारण : विशिष्ट ऊष्मा ताप के साथ परिवर्तित होती है। [AIIMS 1996]

10. प्रक्कथन : सूर्य के पृष्ठ से उत्सर्जित विकिरण इसके परम ताप की चतुर्थ घात के अनुक्रमानुपाती होते हैं।
कारण : सूर्य कृष्ण पिण्ड नहीं है। [AIIMS 1999]

11. प्रक्कथन : नीले तारे का ताप लाल तारे की तुलना में उच्च होता है।
कारण : वीन के विस्थापन के अनुसार $T \propto (1/\lambda_m)$ [AIIMS 2002]

12. प्रक्कथन : ऊष्मीय चालकता की S.I. इकाई watt mK है।
कारण : पदार्थ द्वारा स्वयं से ऊष्मा को प्रवाहित होने की क्षमता की माप ऊष्मीय चालकता कहलाती है।

13. प्रक्कथन : ठंडे दिनों में पीतल का कटोरा लकड़ी की ट्रे से अधिक ठंडा महसूस होगा।
कारण : पीतल की ऊष्मीय चालकता लकड़ी से अधिक है।

14. प्रक्कथन : प्रकाश की तरह ऊष्मीय विकिरण भी विद्युत चुम्बकीय विकिरण हैं।
कारण : ऊष्मीय विकिरणों के संचरण के लिए किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं है।

15. प्रक्कथन : बर्फ की तुलना में हिम (snow) अच्छा कुचालक है।
कारण : हिम (Snow) में वायु रन्ध्र होते हैं, एवं वायु ऊष्मा की अच्छी कुचालक है।

16. प्रक्कथन : उपग्रह के अन्दर जल को संवहन द्वारा उबाला जा सकता है।
कारण : संवहन वह प्रक्रिया है जिसमें ऊष्मा उच्च ताप वाले स्थान से निम्न ताप वाले स्थान की ओर कणों के स्थानान्तरण द्वारा संचरित होती है।

17. प्रक्कथन : कृष्ण पिण्ड की अवशोषकता इकाई होती है।
कारण : जब कृष्ण पिण्ड को गर्म किया जाता है, तो सभी सम्भव तरंगदैर्ध्य के विकिरण उत्सर्जित होते हैं।

18. प्रक्कथन : 98.4°F पर एक व्यक्ति लोहे एवं लकड़ी की गेंदों को एक जैसा गर्म महसूस करेगा।
कारण : 98.4°F पर लकड़ी एवं लोहा दोनों समान ऊष्मीय चालकता रखते हैं।

19. प्रक्कथन : कृष्ण पिण्ड का ताप बढ़ाया जाता है, तो अधिकतम ऊर्जा के संगत तरंगदैर्ध्य घट जाती है।

कारण : उच्च ताप का मतलब उच्च ऊर्जा एवं उच्च तरंगदैर्ध्य।

20. प्रक्कथन : सभी काली वस्तुओं को कृष्ण पिण्ड माना जाता है।

कारण : काला रंग ऊष्मा का अच्छा अवशोषक है।

21. प्रक्कथन : किसी पदार्थ की ऊष्मीय चालकता जितनी अधिक होगी उस पदार्थ की छड़ का ऊष्मीय प्रतिरोध उतना ही कम होगा।

कारण : चालक के सिरों के बीच तापान्तर एवं इसमें से प्रवाहित ऊष्मा की दर का अनुपात ऊष्मीय प्रतिरोध है।

22. प्रक्कथन : विकिरण ऊष्मा संचरण की सबसे तेज विधा है।

कारण : विकिरण टेड़े–मेड़े (zig-zag motion) मार्ग पर संचरित किया जा सकता है।

23. प्रक्कथन : दो पतले कम्बल मिलकर दोगुनी मोटाई के एक कम्बल से अधिक गर्माहट देते हैं।

कारण : दो कम्बलों के बीच वायु परत उपस्थित होने के कारण प्रभावी मोटाई बढ़ जाती है।

24. प्रक्कथन : जब पशुओं को अधिक ठंड लगती है तो वे सिकुड़कर गोल हो जाते हैं।

कारण : वे अपने शरीर को मोड़कर सतही क्षेत्रफल कम कर लेते हैं।

Answers

चालन

1	a	2	d	3	d	4	a	5	d
6	d	7	d	8	d	9	c	10	d
11	c	12	a	13	a	14	b	15	d
16	b	17	c	18	c	19	a	20	a
21	a	22	a	23	b	24	d	25	a
26	b	27	b	28	d	29	d	30	b
31	b	32	c	33	b	34	b	35	a
36	d	37	d	38	b	39	a	40	c
41	b	42	c	43	c	44	b	45	c
46	a	47	c	48	b	49	b	50	a
51	c	52	b	53	b	54	c	55	a
56	a	57	a	58	c	59	c	60	a
61	c	62	d	63	b	64	b	65	b
66	c	67	b	68	b				

संवहन

1	c	2	a	3	c	4	a	5	b
6	a	7	c	8	b	9	a	10	d
11	a	12	c	13	c				

विकिरण (सामान्य, किरचॉफ का नियम एवं कृष्ण पिण्ड)

1	b	2	a	3	c	4	d	5	d
6	c	7	d	8	d	9	c	10	b
11	b	12	a	13	c	14	a	15	d
16	b	17	a	18	b	19	b	20	c
21	b	22	c	23	c	24	a	25	b
26	b	27	a	28	c	29	a	30	d
31	d	32	c	33	a	34	c	35	a
36	d	37	c	38	b				

विकिरण (वीन का नियम)

1	a	2	c	3	d	4	c	5	a
6	c	7	d	8	c	9	c	10	b
11	a	12	b	13	b	14	c	15	b
16	a	17	b	18	a	19	b	20	a
21	c	22	a	23	b	24	b	25	c
26	b	27	b	28	b	29	a	30	b

विकिरण (स्टीफन का नियम)

1	c	2	c	3	a	4	a	5	d
6	a	7	c	8	b	9	b	10	b
11	b	12	c	13	c	14	c	15	c
16	b	17	d	18	d	19	c	20	d
21	d	22	d	23	a	24	d	25	d
26	a	27	a	28	b	29	a	30	a
31	d	32	d	33	d	34	c	35	a
36	c	37	c	38	c	39	a	40	c
41	b	42	d	43	c	44	d	45	a
46	b	47	a	48	a	49	a	50	a
51	a	52	d	53	b	54	b	55	b
56	c								

विकिरण (न्यूटन का शीतलन नियम)

1	b	2	c	3	a	4	a	5	b
6	c	7	c	8	c	9	d	10	b
11	b	12	d	13	c	14	c	15	d
16	c	17	a	18	b	19	c	20	b
21	a	22	b	23	d	24	c	25	b
26	b	27	d	28	d	29	a	30	b
31	d	32	d	33	a	34	c	35	a
36	b	37	b						

Critical Thinking Questions

1	a	2	b	3	d	4	c	5	b
6	a	7	a	8	b	9	b	10	a
11	a	12	b	13	c	14	b	15	ab
16	d	17	b	18	c	19	b	20	b
21	d	22	a	23	c	24	a	25	c
26	a	27	c	28	c	29	d	30	b
31	d	32	b	33	a	34	c	35	d
36	a	37	c						

ग्राफीय प्रश्न

1	c	2	b	3	d	4	c	5	c
6	b	7	a	8	d	9	b	10	a
11	c	12	c	13	b	14	d	15	c
16	b	17	b						

प्रक्कथन एवं कारण

1	a	2	c	3	b	4	c	5	e
6	a	7	d	8	c	9	b	10	c
11	a	12	b	13	c	14	b	15	a
16	e	17	b	18	c	19	c	20	e
21	b	22	c	23	c	24	a		

Answers and Solutions

चालन

1. (a) Al की तुलना में Cu अधिक चालक है एवं Cu की तुलना में Ag अधिक चालक हैं। अतः बढ़ते क्रम में चालकता का क्रम $Al < Cu < Ag$ है।

2. (d) $\frac{Q}{t} = \frac{KA\,\Delta\theta}{l} \Rightarrow \frac{Q}{t} \propto \frac{A}{l} \propto \frac{r^2}{l}$

चूँकि विकल्प (d) में $\frac{r^2}{l}$ का मान सबसे अधिक है, अतः यह सबसे अधिक ऊष्मा संचारित करेगा।

3. (d) $\frac{Q}{t} = \frac{KA\,\Delta\theta}{l} \Rightarrow \frac{Q}{t} \propto \frac{A}{l} \propto \frac{d^2}{l}$ (d = छड़ का व्यास)

$$\Rightarrow \frac{(Q/t)_1}{(Q/t)_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \times \frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{8}$$

4. (a) $\frac{Q}{t} = \frac{KA\,\Delta\theta}{l} = \frac{\Delta\theta}{(l/KA)} = \frac{\Delta\theta}{R}$ (R = ऊष्मीय प्रतिरोध)

$\Rightarrow t \propto R$ ($\because$ Q एवं $\Delta\theta$ समान हैं)

$$\Rightarrow \frac{t_P}{t_S} = \frac{R_P}{R_S} = \frac{R/2}{2R} = \frac{1}{4} \Rightarrow t_P = \frac{t_S}{4} = \frac{4}{4} = 1\text{ min}$$

(श्रेणीक्रम में प्रतिरोध $R_S = R_1 + R_2$ एवं समान्तर क्रम में प्रतिरोध $R_P = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$)

5. (d) खाना पकाने के बर्तनों की विशिष्ट ऊष्मा अल्प होनी चाहिए। ताकि इसको उपयुक्त ताप तक लाने के लिए कम ऊष्मा की आवश्यकता हो, एवं इनकी चालकता उच्च होनी चाहिए, जिससे ऊष्मा तेजी से संचरित हो।

6. (d) स्थायी अवस्था में ऊष्मा का अवशोषण नहीं होता है, इसलिए ताप नियत रहता है, परन्तु वस्तु के भिन्न-भिन्न बिन्दुओं का ताप भिन्न-भिन्न हो सकता है।

7. (d) यह पदार्थ का गुण है।

8. (d) क्योंकि स्थायी अवस्था प्राप्त हो चुकी हैं।

9. (c) $\frac{Q_1}{t} = \frac{KA(90-60)}{0.6} = 50\ KA$

एवं $\frac{Q_2}{t} = \frac{KA(150-110)}{0.8} = 50\ KA$

10. (d) दिया है $A_1 = A_2$ एवं $\frac{K_1}{K_2} = \frac{5}{4}$

$$\because R_1 = R_2 \Rightarrow \frac{l_1}{K_1A} = \frac{l_2}{K_2A} \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{K_1}{K_2} = \frac{5}{4}.$$

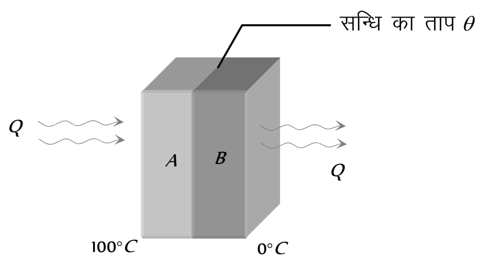
11. (c) $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{KA\,\Delta\theta}{\Delta x} \Rightarrow$ तापीय प्रवणता $\frac{\Delta\theta}{\Delta x}$

$$= \frac{(\Delta Q/\Delta t)}{KA} = \frac{10}{0.4} = 25°C/cm$$

12. (a) दिया है, $\frac{K_1}{K_2} = \frac{1}{3} \Rightarrow K_1 = K$ तब $K_2 = 3K$

सन्धि स्थल का ताप

$$\theta = \frac{K_1\theta_1 + K_2\theta_2}{K_1+K_2} = \frac{1\times100 + 3\times0}{1+3} = \frac{100}{4} = 25°C$$



13. (a) $Q = \frac{KA(\theta_1-\theta_2)t}{l}$; दोनों स्थितियों में A, l एवं $(\theta_1-\theta_2)$ नियत है, इसलिए Kt = नियत $\Rightarrow \frac{K_1}{K_2} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{30}{20} = \frac{3}{2} = 1.5$

14. (b) $\left(\frac{Q}{t}\right)_1 = \frac{K_1A_1(\theta_1-\theta_2)}{l}$ एवं $\left(\frac{Q}{t}\right)_2 = \frac{K_2A_2(\theta_1-\theta_2)}{l}$

दिया है $\left(\frac{Q}{t}\right)_1 = \left(\frac{Q}{t}\right)_2 \Rightarrow K_1A_1 = K_2A_2$

15. (d) परिवर्ती अवस्था में, $\frac{Q}{t} \propto K$ एवं $\frac{Q}{t} \propto \frac{1}{\rho c} \Rightarrow \frac{Q}{t} \propto \frac{K}{\rho c}$

(K = ऊष्मीय चालकता, ρ = घनत्व, c = विशिष्ट ऊष्मा)

16. (b) $K_1 : K_2 = l_1^2 : l_2^2 \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} = \sqrt{\frac{10}{9}} = \frac{\sqrt{10}}{3}$

17. (c) $\frac{Q}{t} = \frac{KA(\Delta\theta)}{l} \Rightarrow 50 = \frac{5 \times 20\ K}{0.4} \Rightarrow K = \frac{1}{5} = 0.2$

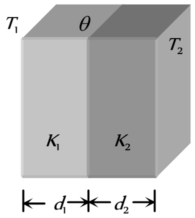
18. (c)

19. (a) ऊष्मीय प्रतिरोध

$= \frac{l}{KA} = \left[\frac{L}{MLT^{-3}K^{-1} \times L^2}\right] = [M^{-1}L^{-2}T^3K]$

20. (a) जब काँच के टुकड़े गर्म किये जाते हैं, तो अल्प ऊष्मीय चालकता के कारण यह तेजी से ऊष्मा का चालन नहीं करता है। अतः इसकी परतों के असमान प्रसार के कारण काँच चटक जाता है।

21. (a) श्रेणीक्रम संयोजन में प्रत्येक छड़ से ऊष्मा प्रवाह की दर समान रहती है



$\frac{dQ}{dt} = \frac{K_1A(T_1-\theta)}{d_1} = \frac{K_2A(\theta-T_2)}{d_2}$

$\Rightarrow K_1d_2(T_1-\theta) = K_2d_1(\theta-T_2)$

$\Rightarrow \theta = \frac{K_1d_2T_1 + K_2d_1T_2}{K_1d_2 + K_2d_1}$

22. (a) उभयनिष्ठ पृष्ठ का ताप $\theta = \frac{K_1\theta_1 + K_2\theta_2}{K_1+K_2}$

($\because \frac{K_1}{K_2} = \frac{1}{4} \Rightarrow$ यदि $K_1 = K$ तब $K_2 = 4K$)

$\Rightarrow \theta = \frac{K \times 0 + 4K \times 100}{5K} = 80°C$

23. (b) $\frac{\theta_1-\theta_2}{l} = 80 \Rightarrow \frac{30-\theta_2}{0.5} = 80 \Rightarrow \theta_2 = -10^oC$

24. (d) $\frac{dQ}{dt} = -KA\frac{d\theta}{dx}$; जब $K = \infty$, $\frac{d\theta}{dx} = 0$

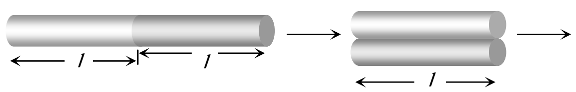
अर्थात् θ x निर्भर नहीं करता है, अर्थात् सर्वसम या नियत रहेगा।

25. (a) वायु ऊष्मा की कुचालक है।

26. (b)

27. (b)

28. (d) माना संचरित ऊष्मा Q है।



जब छड़ों के सिरों को आमने-सामने जोड़ा जाता है, तब प्रत्येक छड़ द्वारा संचरित ऊष्मा $= Q = \frac{KA\Delta\theta}{l} \times 12$ .....(i)

जब छड़ों को लम्बाई के अनुदिश जोड़ा जाता है

$Q = \frac{KA\Delta\theta}{2l}t$ .....(ii)

समीकरण (i) व (ii) से, $t = 48\ s$

29. (d) $\frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta\theta}{l} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{A_B}{A_A} = \left(\frac{r_B}{r_B}\right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow K_A = \frac{K_B}{4}$

30. (b) संयुक्त प्लेट की ऊष्मीय चालकता

$K_{eq} = \frac{2K_1K_2}{K_1+K_2} = \frac{2 \times 2 \times 3}{2+3} = \frac{12}{5} = 2.4$

31. (b) $Q \propto \frac{A}{l} \propto \frac{r^2}{l} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \times \frac{l_1}{l_2}$

$\Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{4}{1} \times \frac{1}{2} \Rightarrow Q_2 = 2Q_1$

32. (c) $\frac{Q}{At} = K\frac{\Delta\theta}{l} \Rightarrow K\frac{\Delta\theta}{l}$ = नियतांक $\Rightarrow \frac{\Delta\theta}{l} \propto \frac{1}{K}$

यदि $K_c > K_m > K_g$ तब

$\left(\frac{\Delta\theta}{l}\right)_c < \left(\frac{\Delta\theta}{l}\right)_m < \left(\frac{\Delta\theta}{l}\right)_g \Rightarrow X_c < X_m < X_g$

K का उच्च मान होने पर ताप प्रवणता का मान अल्प होता है।

33. (b) श्रेणीक्रम में, $R_{eq} = R_1 + R_2 \Rightarrow \frac{2l}{K_{eq}A} = \frac{l}{K_1A} + \frac{l}{K_2A}$

$\Rightarrow \frac{2}{K_{eq}} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} \Rightarrow K_{eq} = \frac{2K_1K_2}{K_1+K_2}$

34. (b) $\frac{dQ}{dt} = KA\frac{d\theta}{dl} \Rightarrow \frac{dQ}{dt} \propto \frac{d\theta}{dl}$ (ताप प्रवणता)

35. (a) $\frac{dQ}{dt} = \frac{K(\pi r^2)d\theta}{dl} \Rightarrow \frac{\left(\frac{dQ}{dt}\right)_s}{\left(\frac{dQ}{dt}\right)_l} = \frac{K_s \times r_s^2 \times l_l}{K_l \times r_l^2 \times l_s} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times \frac{2}{1}$

$\Rightarrow \left(\frac{dQ}{dt}\right)_s = \frac{\left(\frac{dQ}{dt}\right)_l}{4} = \frac{4}{4} = 1$

36. (d) $Q = \frac{KA(\Delta\theta)t}{l}$

$\because$ दोनों गोलों के लिए Q एवं $\Delta\theta$ समान है, अतः

$K \propto \frac{l}{At} \propto \frac{l}{r^2t} \Rightarrow \frac{K_{बड़ा}}{K_{छोटा}} = \frac{l_l}{l_s} \times \left(\frac{r_s}{r_l}\right)^2 \times \frac{t_s}{t_l}$

दिया है $r_l = 2r_s$, $l_l = \frac{1}{4}l_s$ एवं $t_1 = 25\ min$, $t_s = 16\ min$

$\Rightarrow \frac{k_{बड़ा}}{k_{छोटा}} = \left(\frac{1}{4}\right)\left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \frac{16}{25} = \frac{1}{25}$

37. (d) $\frac{Q}{t} = \frac{KA(\Delta\theta)}{l} \Rightarrow \frac{Q}{t} \propto \frac{A}{l} \propto \frac{r^2}{l}$

$\Rightarrow \frac{(Q/t)_1}{(Q/t)_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \times \frac{l_2}{l_1} = \left(\frac{2}{1}\right)^2 \times \left(\frac{4}{1}\right) = \frac{16}{1}$

38. (b) अन्तरापृष्ठ का ताप $\theta = \frac{K_1\theta_1 + K_2\theta_2}{K_1+K_2}$

यहाँ $K_1 = 2K$ एवं $K_2 = 3K$ $\left(\because \frac{K_1}{K_2} = \frac{2}{3}\right)$

$$\Rightarrow \theta = \frac{2K \times 100 + 3K \times 0}{2K + 3K} = \frac{200\,K}{5K} = 40°C$$

39. (a) $\frac{K_1}{K_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2}$ $\therefore K_2 = \frac{K_1 l_2^2}{l_1^2} = \frac{0.92 \times (4.2)^2}{(8.4)^2} = 0.23$

40. (c) मिट्टी ऊष्मा की कुचालक है। इसलिए यह परिवेश एवं घर के बीच ऊष्मा प्रवाह को रोक देती है।

41. (b) ताप प्रवणता $= \frac{100 - 20}{20} = 4°C / cm$

मध्य बिन्दु पर ताप $= 100 - 4 \times 10 = 60°C$

42. (c) अन्तरापृष्ठ का ताप

$$\theta = \frac{K_1\theta_1 l_2 + K_2\theta_2 l_1}{K_1 l_2 + K_2 l_1} = \frac{K \times 0 \times 2 + 3K \times 100 \times 1}{K \times 2 + 3K \times 1}$$

$$= \frac{300\,K}{5K} = 60°C$$

43. (c) $\Delta\theta = \frac{Q \times l}{KAt} = \frac{4000 \times 0.1}{400 \times 10^{-2}} = 100^{o}C$

44. (b) शरीर से धातु में ऊष्मा तेजी से प्रवाहित होती है, जिससे हमें धातु ठंडी महसूस होती है।

45. (c) ऊष्मा सदैव उच्च ताप से निम्नताप की ओर प्रवाहित होती है। अतः लम्बाई के अनुदिश तापान्तर होने पर ही ऊष्मा ठोस के एक सिरे से दूसरे सिरे की ओर प्रवाहित होगी।

46. (a) जब किसी वस्तु का ताप मानव शरीर के ताप के बराबर होता है, तब वस्तु एवं शरीर के बीच ऊष्मा का कोई प्रवाह नहीं होता है। इसलिए मानव शरीर ताप पर, लकड़ी का गुटका एवं धातु का गुटका दोनों समान रूप से ठंडे एवं गर्म महसूस होंगे।

47. (c)

48. (b) बर्फ की निचली सतह से ठीक नीचे जल का ताप $0°C$ होगा।

49. (b) $\frac{Q}{t} = \frac{KA(\theta_1 - \theta_2)}{l} = \frac{100 \times 100 \times 10^{-4}(100 - 0)}{1}$

$$\Rightarrow \frac{Q}{t} = 100\ Joule / sec = 6 \times 10^3\ Joule / min$$

50. (a) अन्तरापृष्ठ का ताप $\theta = \frac{K_1\theta_1 l_2 + K_2\theta_2 l_1}{K_1 l_2 + K_2 l_1}$

दिया है, $K_{Cu} = 9K_S$. इसलिए यदि $K_S = K_1 = K$ तब $K_{Cu} = K_2 = 9K$

$$\Rightarrow \theta = \frac{9K \times 100 \times 6 + K \times 0 \times 18}{9K \times 6 + K \times 18} = \frac{5400\,K}{72K} = 75°C$$

51. (c) $\frac{Q}{t} = \frac{KA(\theta_1 - \theta_2)}{l} \Rightarrow \frac{Q}{t} \propto \frac{A}{l} \propto \frac{r^2}{l}$

[चूँकि $(\theta_1 - \theta_2)$ एवं K नियत है]

$$\Rightarrow \frac{\left(\frac{Q}{t}\right)_1}{\left(\frac{Q}{t}\right)_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \times \frac{l_2}{l_1} = \frac{4}{9} \times \frac{2}{1} = \frac{8}{9}$$

52. (b) समान्तर क्रम में तुल्य चालकता

$$K = \frac{K_1 A_1 + K_2 A_2}{A_1 + A_2} = \frac{K_1 + K_2}{2} \quad (\text{चूँकि } A_1 = A_2)$$

53. (b) $Q = \frac{KA(\theta_1 - \theta_2)}{l} t \Rightarrow K_1 t_1 = K_2 t_2 \Rightarrow \frac{K_1}{K_2} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{35}{20} = \frac{7}{4}$

(चूँकि Q, l, A एवं $(\theta_1 - \theta_2)$ नियत है)

54. (c) एक झील ऊपरी सतह से ठंडा होना प्रारम्भ करती है। $4°C$ से ऊपर सतह का ठंडा पानी नीचे की ओर जाता है, क्योंकि इसका घनत्व अपेक्षाकृत नीचे के पानी से अधिक होता है। परन्तु जब सतह का ताप $4°C$ से नीचे चला जाता है (अर्थात् $2°C$) तब ऊपरी सतह के जल का घनत्व नीचे की तुलना में अधिक होता है, अब जल का नीचे की ओर संवहन रुक जाता है, एवं नीचे के जल का ताप $4°C$ बना रहता है, जब तक कि ऊपर से पूरी झील जम न जाये।

55. (a) ताप प्रवणता $\frac{d\theta}{dx} = \frac{(125 - 25)^o C}{50\ cm} = 2°C / cm$

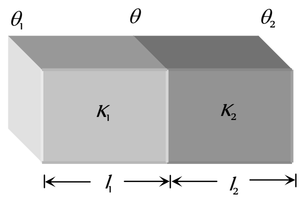
56. (a) $K \propto l^2 \Rightarrow \frac{K_1}{K_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2} = \left(\frac{10}{25}\right)^2 = \frac{1}{6.25}$

57. (a) स्टील की तुलना में ताँबे का ऊष्मीय प्रतिरोध कम होता है, अतः केवल विकल्प (a) में ऊष्मीय प्रतिरोध न्यूनतम है, इसलिए ऊष्मीय धारा अधिकतम होगी।

58. (c) ताप की स्थायी अवस्था में, दोनों गुटकों में ऊष्मा प्रवाह की दर समान होगी अर्थात् $\frac{K_1 A(\theta_1 - \theta)}{l_1} = \frac{K_2 A(\theta - \theta_2)}{l_2}$,

(दिया है $l_1 = l_2$)

$$\Rightarrow K_1 A(\theta_1 - \theta) = K_2 A(\theta - \theta_2) \Rightarrow \theta = \frac{K_1\theta_1 + K_2\theta_2}{K_1 + K_2}$$



59. (c) $K = \frac{2K_1 K_2}{K_1 + K_2} = \frac{2.K.2K}{K + 2K} = \frac{4}{3}K$

60. (a) अन्तरापृष्ठ का ताप $\theta = \frac{K_1\theta_1 + K_2\theta_2}{K_1 + K_2}$

दिया है, $\frac{K_1}{K_2} = \frac{5}{3} \Rightarrow K_1 = 5K$ एवं $K_2 = 3K$

$$\theta = \frac{5K \times 100 + 3K \times 20}{5K + 3K} = \frac{560\,K}{8K} = 70°C$$

61. (c) सर्दियों में वातावरण का ताप शरीर के ताप $(37.4^o C)$ से कम होता है। चूँकि ऊनी कपड़े ऊष्मा के बुरे चालक हैं, इसलिए ये शरीर को गर्म रखते हैं।

62. (d) अन्तरापृष्ठ का ताप $T = \frac{K_1\theta_1 + K_2\theta_2}{K_1 + K_2}$

$$= \frac{300 \times 100 + 200 \times 0}{300 + 200} = 60°C$$

63. (b) ऊष्मा प्रवाह की दर $\left(\frac{Q}{t}\right)=\frac{k\pi r^2(\theta_1-\theta_2)}{L}\propto\frac{r^2}{L}$

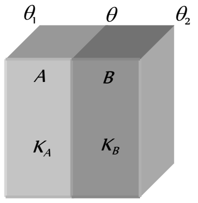
$\therefore\ \frac{Q_1}{Q_2}=\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2\left(\frac{l_2}{l_1}\right)=\left(\frac{1}{2}\right)^2\times\left(\frac{2}{1}\right)=\frac{1}{2}\Rightarrow\ Q_2=2Q_1$

64. (b) $\frac{Q}{t}=\frac{KA\Delta\theta}{l}\Rightarrow\ 6000\ =\frac{200\times0.75\times\Delta\theta}{1}$

$\therefore\ \Delta\theta=\frac{6000\times1}{200\times0.75}=40°C$

65. (b) श्रेणीक्रम में ऊष्मा प्रवाह की दर समान होगी

$\Rightarrow\ \frac{K_AA(\theta_1-\theta)}{l}=\frac{K_BA(\theta-\theta_2)}{l}$



$\Rightarrow\ 3K_B(\theta_1-\theta)=K_B(\theta-\theta_2)$

$\Rightarrow\ 3(\theta_1-\theta)=(\theta-\theta_2)$

$\Rightarrow\ 3\theta_1-3\theta=\theta-\theta_2$

$\Rightarrow\ 4\theta_1-4\theta=\theta_1-\theta_2$

$\Rightarrow\ 4(\theta_1-\theta)=(\theta_1-\theta_2)$

$\Rightarrow\ 4(\theta_1-\theta)=20\Rightarrow\ (\theta_1-\theta)=5°C$

66. (c) माना मध्य बिन्दु C का ताप θ है, श्रेणीक्रम में ऊष्मा प्रवाह की दर समान होगी $\Rightarrow\ K(2A)(100-\theta)=KA(\theta-70)$

$\Rightarrow\ 200-2\theta=\theta-70\ \Rightarrow\ 3\theta=270\Rightarrow\ \theta=90°C$

67. (b) ऊष्मीय प्रतिरोध समान है।

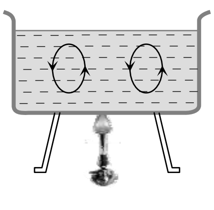
$\Rightarrow\ \frac{l_1}{K_1A_1}=\frac{l_2}{K_2A_2}\ \Rightarrow\ \frac{l_1}{K_1}=\frac{l_2}{K_2}\ (\because A_1=A_2)$

$\Rightarrow\ \frac{l_1}{l_2}=\frac{K_1}{K_2}=\frac{5}{3}$

68. (b) $\frac{Q}{t}\propto\frac{r^2}{l}$; विकल्प (b) में $\frac{r^2}{l}$ का मान सबसे अधिक है।

संवहन

1. (c) संवहन से मुख्यतः ऊष्मा ऊपर की ओर संचरित होती है (गुरुत्व का प्रभाव)
2. (a) ऊष्मा गर्म वायु से ठण्डे शरीर की ओर प्रवाहित होती है, इसलिए व्यक्ति को आराम महसूस होगा।
3. (c) निर्वात में संवहन द्वारा ऊष्मा का प्रवाह नहीं होता है।
4. (a)
5. (b) गर्म वायु का घनत्व ठन्डी वायु की तुलना में कम होता है, इसलिए गर्म वायु ऊपर की ओर उठती है।
6. (a)
7. (c) संवहन में गर्म कण (कम घनत्व के कारण) ऊपर की ओर उठते हैं एवं ठंडे कण (अधिक घनत्व के कारण) नीचे की ओर आते हैं।



8. (b)
9. (a) प्राकृतिक संवहन घनत्व में अन्तर होने के कारण होता है, जो कि गुरुत्व पर आधारित है।
10. (d)
11. (a) भारहीनता की स्थिति में संवहन संभव नहीं है, इसलिए द्रव चालन द्वारा गर्म होगा।
12. (c) प्रणोदित (forced) संवहन में ऊष्मा खोने की दर $\frac{Q}{t}\propto A(T-T_0)$
13. (c)

विकिरण (सामान्य, किरचॉफ का नियम एवं कृष्ण पिण्ड)

1. (b) पहाड़ों की सतह असमान होने के कारण इसका अधिकांश भाग छाया से घिरा रहता है। इसलिए पहाड़ों का अधिकांश भाग सूर्य किरणों से गर्म नहीं हो पाता है। इसके अलावा सूर्य किरणें पहाड़ों पर तिरछी पड़ती हैं, एवं बहुत बड़े क्षेत्रफल में फैली होती हैं। इसलिए पहाड़ो पर प्रति इकाई क्षेत्रफल पर प्राप्त ऊष्मा समतल (तलहटी) की तुलना में कम होती है।
2. (a) निर्वात में ऊष्मा विकिरणों की चाल प्रकाश की चाल के बराबर होती है।
3. (c) विकिरण ऊष्मा स्थानान्तरण की सबसे तेज विधा है।
4. (d) थर्मोपाइल एक सुग्राही उपकरण है। इसका उपयोग ऊष्मीय विकिरणों के संसूचन में एवं इनकी तीव्रता मापन में होता है।
5. (d) पॉलिश की गई सतह सभी विकिरणों को परावर्तित कर देती है।
6. (c) ऊष्मीय विकिरण अधिक तरंगदैर्ध्य की विद्युत चुम्बकीय तरंगें हैं।
7. (d) जब कुण्डली एवं वातावरण समान ताप पर होंगे, तो कुण्डली को कोई ऊष्मा प्रवहित नहीं होगी और इसका ताप नियत बना रहेगा।
8. (d) प्रत्येक वस्तु प्रत्येक ताप ($T=0$ को छोड़कर) पर विकिरण उत्सर्जित करती है। मानव शरीर द्वारा उत्सर्जित विकिरण अवरक्त क्षेत्र में आते हैं।
9. (c)
10. (b) अवरक्त विकिरण पायोटोमीटर द्वारा संसूचित किये जाते हैं।
11. (b)
12. (a) निर्वात् में ऊष्मा का प्रवाह केवल विकिरण द्वारा होता है।
13. (c) ऊष्मा के अच्छे अवशोषक सदैव अच्छे उत्सर्जक होते हैं।
14. (a) एक पूर्ण कृष्ण पिण्ड इस पर आपतित सभी विकिरणों को अवशोषित कर लेता है। अतः इसकी अवशोषकता । है।
15. (d) किरचॉफ के अनुसार, यदि कोई पदार्थ (उच्च ताप पर) एक निश्चित तरंगदैर्ध्य को उत्सर्जित करता है, तो यह अपेक्षाकृत कम ताप पर इन्हीं तरंगदैर्ध्यो को अवशोषित करता है।
16. (b) काली त्वचा ऊष्मा की अच्छी उत्सर्जक एवं अच्छी अवशोषक होती है।
17. (a) कृष्ण पिण्ड की उत्सर्जकता = अवशोषण क्षमता
18. (b) अच्छी तरह पॉलिश किये गये दर्पण जैसी सतह ऊष्मा की अच्छी परावर्तक होती है, परंतु अच्छी उत्सर्जक नहीं।
19. (b) काला कपड़ा ऊष्मा का अच्छा अवशोषक होता है, इसलिए काले कपड़े से ढकी बर्फ सफेद कपड़े से ढकी बर्फ की तुलना में अधिक घुलेगी।

20. (c) किरचॉफ नियमानुसार सभी वस्तुओं के लिए उत्सर्जन क्षमता एवं अवशोषण क्षमता का अनुपात आदर्श कृष्ण पिण्ड की उत्सर्जन क्षमता के बराबर होता है, अर्थात्

$\left(\frac{e}{a}\right)_{\text{पिण्ड}} = E_{\text{कृष्ण पिण्ड}}$ निश्चित तरंगदैर्ध्य

$\left(\frac{e_\lambda}{a_\lambda}\right)_{\text{पिण्ड}} = (E_\lambda)_{\text{कृष्ण पिण्ड}} \Rightarrow e_\lambda = a_\lambda E_\lambda$

21. (b) अवशोषण क्षमता $= \frac{\text{अवशोषित ऊष्मा}}{\text{आपतित कुल ऊष्मा}}$

22. (c) प्लांक का नियम ऊर्जा वितरण को उच्च ताप एवं अल्प ताप दोनों पर सही रूप से समझाता है।

23. (c)

24. (a) काली सतह विकिरण को अधिक अवशोषित करती है, जो यह अंधेरे में उत्सर्जित करेगी, जबकि चमकदार पॉलिश वाली सतह विकिरणों को परावर्तित अधिक करती है, एवं बहुत कम अवशोषण इसलिए अंधेरे में यह कोई विकिरण उत्सर्जित नहीं करेगी और यह दिखाई नहीं देगी।

25. (b)

26. (b) जब प्रकाश मण्डल से उत्सर्जित प्रकाश जब इसके बाहरी भाग वर्णमण्डल से गुजरता है, तो कुछ तरंगदैर्ध्यो का अवशोषण हो जाता है। इस कारण सौर्य प्रकाश के स्पेक्ट्रम में कई काली रेखायें प्राप्त होती हैं, जिन्हें फ्रॉनहाफर रेखायें कहते हैं।

27. (a) चूँकि कृष्ण पिण्ड की अवशोषण क्षमता अधिक होती है, इसलिए थर्मामीटर A के पाठ में वृद्धि तेजी से होगी, परंतु अंत में दोनों समान ताप (वायुमण्डलीय ताप) को प्राप्त करेंगे।

28. (c) किरचॉफ के नियमानुसार अच्छे उत्सर्जक अच्छे अवशोषक होते हैं।

29. (a) लाल एवं हरे रंग एक दूसरे के पूरक हैं। जब लाल काँच को गर्म किया जाता है, तो यह हरे रंग को अवशोषित कर लेता है अतः किरचॉफ नियमानुसार लाल काँच की उत्सर्जकता हरे रंग के लिए अधिकतम होनी चाहिए। इसी कारण जब गर्म लाल काँच को अंधेरे में ले जाते हैं तो यह हरे रंग को उत्सर्जित करेगा, और यह हरा दिखाई देगा।

30. (d) काली एवं खुरदुरी सतह अच्छी अवशोषक होती है, इसलिए किरचॉफ के अनुसार यह अधिक उत्सर्जन भी करेगी।

31. (d)

32. (c) जब प्रकाश पिन छिद्र पर आपतित होकर यह बॉक्स के अन्दर प्रवेश करता है, तो यह भीतरी दीवार से उत्तरोत्तर परावर्तित होता रहता है। प्रत्येक परावर्तन पर कुछ ऊर्जा अवशोषित हो जाती है। इस प्रकार जब एक किरण बॉक्स में प्रवेश कर जाती है, तो यह कभी पिन-छिद्र से बाहर नहीं आ पाती है अर्थात् पिन-छिद्र एक कृष्ण पिण्ड की तरह व्यवहार करता है।

33. (a) प्रारम्भ में कृष्ण पिण्ड इस पर आपतित होने वाली सभी विकिरणों को अवशोषित करता है, इसलिए यह काली दिखायी देंगी। यदि सभी परिस्थितियाँ एकसमान हों, तो कृष्ण पिण्ड सबसे अधिक ऊर्जा उत्सर्जित करता है। इसलिए जब कृष्ण पिण्ड का ताप भट्टी के ताप के बराबर हो जाता है, तो यह सबसे अधिक चमकदार दिखाई देगा।

34. (c) खुली खिड़की एक कृष्ण पिण्ड की तरह व्यवहार करती है।

35. (a) सामान्य काँच (क्राउन, फ्लिन्ट) के प्रिज्म अवरक्त विकिरणों को अवशोषित कर लेते हैं। जबकि रॉकसाल्ट से बने प्रिज्म अवरक्त विकिरणों को पारगमित कर देते हैं। इसलिए इनका उपयोग अवरक्त विकिरणों का स्पेक्ट्रम प्राप्त करने में किया जाता है।

36. (d) एक अच्छा अवशोषक एक अच्छा उत्सर्जक होता है, अतः विकल्प (a) गलत है। प्रत्येक वस्तु 0 K ताप पर न तो विकिरणों का अवशोषण करती है, न ही उत्सर्जन। अतः विकल्प (b) गलत है।

कृष्ण पिण्ड से उत्सर्जित विकिरणों की ऊर्जा सभी तरंगदैर्ध्यो के लिए समान नहीं होती है। अतः विकल्प (c) गलत है।

प्लांक नियम तरंगदैर्ध्य (λ) एवं ताप (T) को सम्बन्ध

$E_\lambda d_\lambda = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{[e^{hc/kT} - 1]} d_\lambda$ द्वारा अभिव्यक्त करता है, अतः विकल्प (d) सही है।

37. (c) जब नीले काँच को उच्चताप पर गर्म किया जाता है, तो यह नीले को छोड़कर सभी तरंगदैर्ध्यो को अवशोषित कर लेता है। जब इसे अंधेरे में ले जाया जाता है, यह उच्च तरंगदैर्ध्य के सभी विकिरणों को उत्सर्जित करता है, अतः यह लाल काँच की तुलना में अधिक चमकदार लाल दिखाई देता है।

38. (b)

विकिरण (वीन का नियम)

1. (a)

2. (c) वीन के नियमानुसार $\lambda_m T =$ नियतांक

$\lambda_r > \lambda_y > \lambda_b \Rightarrow T_r < T_y < T_b$ या $T_A < T_C < T_B$

3. (d) $\lambda_m T =$ नियतांक $\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{10^{-4}}{0.5 \times 10^{-5}} = 200.$

4. (c) $\lambda_m T =$ नियतांक

5. (a) वीन के नियमानुसार $\lambda_m T =$ नियतांक, सामान्य ताप तक गर्म करने पर केवल लाल (उच्च तरंगदैर्ध्य), विकिरण उत्सर्जित होते हैं। जब ताप अधिक बढ़ता है, तो कम तरंगदैर्ध्य के विकिरण भी अधिक मात्रा में उत्सर्जित होने लगते है। अतः गर्म तार द्वारा उत्सर्जित विकिरण लाल से पीले की ओर फिर नीले की ओर विस्थापित होते हैं अंत में तार श्वेत दिखाई देगा।

6. (c) वीन के विस्थापन नियमानुसार

7. (d) $\lambda_{m_1} T_1 = \lambda_{m_2} T_2 \Rightarrow \lambda_{m_2} = \frac{\lambda_{m_1} T_1}{T_2} = 4.08 \times \frac{700}{1400} = 2.04\ m$

8. (c) $\lambda_{m_1} T_1 = \lambda_{m_2} T_2 \Rightarrow \lambda_{m_2} = \frac{\lambda_{m_1} T_1}{T_2} = \frac{14 \times 200}{1000} = 2.8\ \mu m$

9. (c) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\lambda_{m_2}}{\lambda_{m_1}} = \frac{4800}{3600} \Rightarrow \frac{48}{36} = \frac{4}{3}$

10. (b) $\lambda_{m_2} = \frac{T_1}{T_2} \times \lambda_{m_1} = \frac{1500}{2500} \times 5000 = 3000\ \mathring{A}$

11. (a) कम ताप पर अधिक तरंगदैर्ध्य के विकिरण उत्सर्जित होते हैं जैसे-जैसे ताप बढ़ता है, उत्सर्जित विकिरणों के रंग का क्रम निम्न होगा

लाल → पीला → नीला → सफेद (उच्च ताप पर)

12. (b) प्रश्न क्रमांक 11 के समान

13. (b) सूर्य से अधिकतम विकिरण के संगत तरंगदैर्ध्य $\lambda_{max} = 4753\,Å$ (बैंगनी रंग के निकट) है। यदि ताप को दो गुना कर दिया जाये, तो λ घट जाएगा $\left(\lambda_m \propto \frac{1}{T}\right)$ अर्थात् अधिकांशतः पराबैंगनी विकिरण उत्सर्जित होंगे।

14. (c) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\lambda_{m_2}}{\lambda_{m_1}} = \frac{5.5\times10^5}{11\times10^5} = \frac{1}{2} \Rightarrow n = \frac{1}{2}$

15. (b) $\therefore T = \frac{b}{\lambda_m} = \frac{2.93\times10^{-3}}{2.93\times10^{-10}} = 10^7\ K$

16. (a) $\therefore \frac{\lambda_{m_2}}{\lambda_{m_1}} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \lambda_{m_2} = \frac{2000}{2400}\times4 = 3.33\ \mu m$

17. (b)

18. (a)

19. (b) $\lambda_{m_2} = \frac{T_1}{T_2}\times\lambda_{m_1} = \frac{2000}{3000}\times\lambda_{m_1} = \frac{2}{3}\lambda_{m_1} = \frac{2}{3}\lambda_m$

20. (a)

21. (c) $\frac{T_2}{T_1} = \frac{\lambda_{m_1}}{\lambda_{m_2}} = \frac{1.75}{14.35} \Rightarrow T_2 = \frac{1.75}{14.35}\times1640 = 200\ K$

22. (a) $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{T_1}{T_2}\times\lambda_1 = \frac{900}{1200}\times4 = 3\mu m$

23. (b) $\lambda_{m_2} = \frac{\lambda_{m_1}T_1}{T_2} = \frac{4800\times6000}{3000} = 9600\ Å$

24. (b) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\lambda_{m_2}}{\lambda_{m_1}} = \frac{4200}{140} = \frac{30}{1}$

25. (c) $\because \lambda_m T = \lambda'_m T' \Rightarrow \lambda_0 T = \lambda'\times2T \Rightarrow \lambda' = \frac{\lambda_0}{2}$

26. (b) $\lambda_m T = \lambda'_m T' \Rightarrow \frac{\lambda_m}{\lambda'_m} = \frac{T'}{T} = \frac{3000}{2000} = \frac{3}{2}$

27. (b) $\lambda_{m_1}T = \lambda_{m_2}T_2 \Rightarrow 5.5\times10^{-7}\times5500 = 11\times10^{-7}T$

$T = 550\times5K = 2750\,K$

28. (b) वीन के विस्थापन नियमानुसार,

$\lambda_m T = b$ या $\lambda_m = \frac{b}{T} = \frac{0.0029}{5\times10^4} = 58\times10^{-9}m = 58\,nm$

29. (a) $\lambda_m = \frac{b}{T} \Rightarrow T = \frac{b}{\lambda_m} = \frac{2.93\times10^{-3}}{4000\times10^{-10}} = 7325\ K$

30. (b) $\frac{T_S}{T_N} = \frac{(\lambda_N)_{max}}{(\lambda_S)_{max}} = \frac{350}{510} = 0.69$

विकिरण (स्टीफन का नियम)

1. (c) $E \propto T^4$ (स्टीफन का नियम)

2. (c) $E = \sigma eA(T^4 - T_0^4)$

$= 5.67\times10^{-8}\times0.4\times200\times10^{-4}\times[(273+527)^4-(273+27)^4]$

$= 5.67\times10^{-8}\times0.4\times200\times10^{-4}\times(800)^4-(300)^4 = 182 J/sec$

3. (a) $\frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4 \Rightarrow \frac{E}{E_2} = \left(\frac{273+0}{273+273}\right)^4 \Rightarrow E_2 = 16\ E.$

4. (a) $E \propto T^4 \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{T^4}{T^4}\times2^4 \Rightarrow E_2 = \frac{E}{16}$

5. (d) $\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 \Rightarrow \frac{2}{1} = \left(\frac{420+273}{T}\right)^4 = \left(\frac{673}{T}\right)^4$

$\Rightarrow T = 2^{1/4}\times673 = 800\ K$

6. (a) $\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 = \left(\frac{273+727}{237+227}\right) = \frac{(1000)^4}{(500)^4} = 16 \Rightarrow E_2 = 80$

7. (c) $\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 \Rightarrow T_2 = \left(\frac{E_2}{E_1}\right)^{1/4}\times T_1 = (16)^{1/4}\times(273+127)$

$\Rightarrow T = 800\ K = 527^oC$

8. (b) M.K.S. पद्धति में σ का मात्रक $\frac{J}{m^2\times sec\times K^4}$

$\Rightarrow 1\frac{J}{m^2\times sec\times K^4} = \frac{10^7 erg}{10^4 cm^2\times sec\times K^4}$

$= 10^3\frac{erg}{cm^2\times sec\times K^4}$

9. (b) कृष्ण पिण्ड के लिए ऊर्जा उत्सर्जन की दर $\frac{Q}{t} = P = A\sigma T^4$

$\Rightarrow P \propto T^4 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4 = \left\{\frac{(273+7)}{(273+287)}\right\}^4 = \frac{1}{16}$

10. (b) $E_2 = E_1\frac{T_2^4}{T_1^4} = Q\times\frac{(273+151)^4}{(273+27)^4} = \left(\frac{424}{300}\right)^4 = 3.99Q \approx 4Q$

11. (b) $\frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4 = \left(\frac{727+273}{127+273}\right)^4 = \frac{(1000)^4}{(400)^4} = \frac{10^4}{4^4} = \frac{625}{16}$

12. (c) $E = \sigma T^4 \Rightarrow 5.6\times10^{-8}\times T^4 = 1$

$\Rightarrow T = \left[\frac{1}{5.6\times10^{-8}}\right]^{1/4} = 65\ K$

13. (c) स्टीफन के नियमानुसार, $E = \sigma\varepsilon AT^4$

$\Rightarrow \frac{1.58\times10^5\times4.2}{60\times60} = 5.6\times10^{-8}\times10^{-4}\times0.8\times T^4$

$T \approx 2500\ K$

14. (c) किसी पिण्ड से उत्सर्जित कुल ऊर्जा $Q = A\varepsilon\sigma T^4 t$

$\Rightarrow Q \propto AT^4 \propto r^2T^4 \quad (\because A = 4\pi r^2)$

$\Rightarrow \frac{Q_P}{Q_Q} = \left(\frac{r_P}{r_Q}\right)^2\left(\frac{T_P}{T_Q}\right)^4 = \left(\frac{8}{2}\right)^2\left\{\frac{(273+127)}{(273+527)}\right\}^4 = 1$

15. (c) ऊर्जा उत्सर्जन की दर $\frac{Q}{t} = P = A\varepsilon\sigma T^4 \Rightarrow P \propto T^4$

$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4 = \left(\frac{927+273}{127+273}\right)^4 \Rightarrow P_1 = 405\ W$

16. (b) विकरित ऊर्जा की दर $\frac{Q}{t} = P = A\varepsilon\sigma T^4$

$\Rightarrow 1134 = 5.67\times10^{-8}\times(0.1)^2 T^4 \Rightarrow T = 1189\ K$

17. (d) $Q \propto T^4 \Rightarrow \frac{H_A}{H_B} = \left(\frac{273+727}{273+327}\right)^4 = \left(\frac{10}{6}\right)^4 = \left(\frac{5}{3}\right)^4 = \frac{625}{81}$

18. (d) $(Q)_{कृष्ण\ पिण्ड} = A\sigma T^4 t \Rightarrow Q \propto T^4$

$\Rightarrow Q_2 = Q_1\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 = 10\left(\frac{273+327}{273+27}\right)^4 = 10\left(\frac{600}{300}\right)^4 = 160 J$

19. (c) $\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 \Rightarrow \frac{E_2}{20} = \left(\frac{2T}{T}\right)^4 = 16 \Rightarrow E_2 = 320\ kcal/m^2\ min.$

20. (d) कृष्ण पिण्ड द्वारा विकरित शक्ति $P = \frac{Q}{t} = A\sigma T^4$

$\Rightarrow P \propto AT^4 \propto r^2T^4 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4$

$\Rightarrow \frac{440}{P_2} = \left(\frac{12}{6}\right)^2\left(\frac{500}{1000}\right)^4 \Rightarrow P_2 = 1760\ W \approx 1800\ W$

21. (d) उत्सर्जित ऊर्जा की मात्रा $\propto$ (ताप)^4

22. (d) $\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4 = \left(\frac{273+27}{273+927}\right)^4 = \left(\frac{1}{4}\right)^4 = \frac{1}{256}$

23. (a) $\frac{E_2}{E_1} = \frac{T_2^4}{T_1^4} = \left(\frac{237+227}{273+27}\right)^4 = \left(\frac{600}{300}\right)^4 = 16$

24. (d) $(Q)_{कृष्ण\ पिण्ड} = A\sigma T^4 t \Rightarrow \frac{Q}{t} \propto P = A\sigma T^4$

चौड़ाई आधी कर दी जाती है, इसलिए क्षेत्रफल आधा हो जाएगा।

$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{A_1}{A_2}\times\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4 \Rightarrow \frac{A_1}{(A_1/4)}\times\left(\frac{273+327}{273+127}\right)$

$\Rightarrow P_2 = \frac{81}{64}E$

25. (d) उत्सर्जित शक्ति $P \propto T^4 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4$

$\Rightarrow \frac{Q}{P_2} = \left(\frac{T}{3T}\right)^4 \Rightarrow P_2 = 81Q$

26. (a) कृष्ण पिण्ड के लिए $P = A\varepsilon\sigma T^4$ समान शक्ति के लिए $A \propto \frac{1}{T^4}$

$\Rightarrow \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$

27. (a) $\frac{Q_2}{Q_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 = \left(\frac{273+927}{273+327}\right)^4 = \left(\frac{1200}{600}\right)^4 = 16$

$\Rightarrow Q = 32\ KJ$

28. (b) $\frac{Q_2}{Q_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 \Rightarrow \frac{2}{1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4$

$\Rightarrow T_2^4 = 2\times T_1^4 = 2\times(273+727)^4 \Rightarrow T_2 = 1190\ K$

29. (a) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{r_1^2T_1^4}{r_2^2T_2^4} = \frac{4^2}{1^2}\times\left(\frac{2000}{4000}\right)^4 = 1$

30. (a) वीन के विस्थापन नियमानुसार $\lambda_m T$ = नियतांक

$\Rightarrow \lambda_{m_1}T_1 = \lambda_{m_2}T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{\lambda_{m_1}}{\lambda_{m_2}}T_1 = \frac{\lambda_0}{3\lambda_0/4}\times T_1 = \frac{4}{3}T_1$

अब $P \propto T^4 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{4/3\ T_1}{T_1}\right)^4 = \frac{256}{81}$

31. (d) $E \propto T^4$

32. (d) $Q \propto T^4 \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4$

$\Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{T}{T+T/2}\right)^4 = \frac{16}{81} \Rightarrow Q_2 = \frac{81}{16}Q_1$

प्रतिशत में ऊर्जा वृद्धि $= \frac{Q_2-Q_1}{Q_1}\times100 = 400\%$

33. (d) यदि वातावरण के ताप पर विचार करें, तब एक वस्तु से कुल विकिरण हानि

$Q = A\varepsilon\sigma(T^4-T_0^4)t \Rightarrow Q \propto (T^4-T_0^4) \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1^4-T_0^4}{T_2^4-T_0^4}$

$= \frac{(273+200)^4-(273+27)^4}{(273+400)^4-(273+27)^4} = \frac{(473)^4-(300)^4}{(673)^4-(300)^4}$

34. (c) $Q = A\varepsilon\sigma T^4 \Rightarrow Q \propto A \propto r^2$ ($\because$ T = नियत)

$\Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$

35. (a) $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2^4}{T_1^4} = \left(\frac{273+527}{273+127}\right)^4 = \left(\frac{800}{400}\right)^4 \Rightarrow Q_2 = 16\frac{cal}{cm^2\times s}$

36. (c) कृष्ण पिण्ड के लिए $\frac{Q}{t} = P = A\sigma T^4$

$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 \Rightarrow \frac{P_2}{20} = \left(\frac{273+727}{273+227}\right)^4$

$\Rightarrow \frac{P_2}{20} = (2)^4 \Rightarrow P_2 = 320 W$

37. (c) प्रति सैकण्ड उत्सर्जित ऊर्जा $\frac{Q}{t} = P = A\varepsilon\sigma T^4$

$P \propto r^2T^4 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2}\cdot\frac{T_2^4}{T_1^4} = \frac{4^2}{1^2}\times\left(\frac{2000}{4000}\right)^4 = 1$

38. (c) $Q \propto AT^4 \propto r^2T^4 \Rightarrow \frac{Q_{तारा}}{Q_{सूर्य}} = \frac{r^2_{तारा}.T^4_{तारा}}{r^2_{सूर्य}\times T^4_{सूर्य}}$

$\Rightarrow \frac{10000}{1} = \frac{r^2_{तारा}}{r^2_{सूर्य}}\times\left(\frac{6000}{2000}\right)^4 \Rightarrow \frac{r_{तारा}}{r_{सूर्य}} = \frac{100\times9}{1} = \frac{900}{1}$

39. (a) $P=\left(\frac{Q}{t}\right)\propto T^4 \Rightarrow \frac{W}{P_2}=\left(\frac{T}{T/3}\right)^4 \Rightarrow P_2=\frac{W}{81}$

40. (c) शक्ति $P\propto AT^4\propto r^2T^4$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1}=\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2\times\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4=\left(\frac{4r}{r}\right)^2\times\left(\frac{T/2}{T}\right)^4=1$$

41. (b) $\frac{Q_2}{Q_1}=\left(\frac{r_2^2}{r_1^2}\right)^2\times\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4=\left(\frac{100}{1}\right)^2\times\left(\frac{1}{2}\right)^4=625$

42. (d) $Q\propto r^2T^4 \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1}=\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2\times\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4=(2)^2\times(2)^4=64$

43. (c) एक वस्तु से उत्सर्जित ऊर्जा $Q=A\varepsilon\sigma T^4t$

$$\Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1}=\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1}=\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^{1/4}=\left(\frac{4.32\times10^6}{2.7\times10^{-3}}\right)^{1/4}$$

$$=\left(\frac{16\times27}{27}\times10^8\right)^{1/4}=2\times10^2$$

$$\Rightarrow T_2=200\times T_1=80000\ K$$

44. (d) $E\propto AT^4 \Rightarrow \frac{E_{\text{गोला}}}{E_{\text{चकती}}}=\frac{4\pi r^2}{2\pi r^2}\times\left(\frac{T}{T}\right)^4=\frac{2}{1}$

45. (a) $\frac{E_2}{E_1}=\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1}=\left(\frac{E_2}{E_1}\right)^{1/4}=\left(\frac{10^9}{10^5}\right)^{1/4}=10$

$$\Rightarrow T_2=10T_1=10\times(273+227)=5000\ K$$

46. (b) ऊर्जा प्रति सैकण्ड $P\left(=\frac{Q}{t}\right)\propto T^4$

$$\frac{P_1}{P_2}=\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4=\left(\frac{273-73}{273+327}\right)^4=\left(\frac{200}{600}\right)^4=\frac{1}{81}$$

47. (a) $Q\propto T^4 \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2}=\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4$

यदि $T_1=T$ तब $T_2=T+\frac{10}{100}T=1.1T$

$$\Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2}=\left(\frac{T}{1.1T}\right)^4 \Rightarrow Q_2=1.46\ Q_1$$

$\Rightarrow$ ऊर्जा में प्रतिशत वृद्धि $=\frac{Q_2-Q_1}{Q_1}\times100=46\%$

48. (a) स्टीफन के नियमानुसार $E=\sigma T^4$

$$T^4=\frac{E}{\sigma}=\frac{6.3\times10^7}{5.7\times10^8}=1.105\times10^{15}=0.1105\times10^{16}$$

$$T=0.58\times10^4K=5.8\times10^3K$$

49. (a) शीतलन की दर $\propto(T^4-T_0^4)$

$$\Rightarrow \frac{H}{H'}=\frac{(T_1^4-T_0^4)}{(T_2^4-T_0^4)}=\frac{400^4-200^4}{600^4-200^4}$$

या $H'=\frac{(16+4)(16-4)H}{(36+4)(36-4)}=\frac{3}{16}H$

50. (a)

51. (a) शीतलन की दर $\propto(T^4-T_0^4) \Rightarrow \frac{R_1}{R_2}=\frac{(T_1^4-T_0^4)}{(T_2^4-T_0^4)}$

$$\Rightarrow \frac{R}{R_2}=\frac{(600)^4-(300)^4}{(900)^4-(300)^4} \text{ या } R_2=\frac{16}{3}R$$

52. (d) ऊष्मा की हानि $\Delta Q=A\varepsilon\sigma(T^4-T_0^4)t$

$\Rightarrow$ ऊष्मा हानि की दर $\frac{\Delta Q}{t}=A\varepsilon\sigma(T^4-T_0^4)$

$$=10\times10^{-4}\times1\times5.67\times10^{-8}\{(273+127)^4-(273+27)^4\}$$

$=0.99\ W$

53. (b) प्रीवोस्ट के सिद्धान्त अनुसार, प्रत्येक वस्तु प्रत्येक ताप (0*K* को छोड़कर) पर ऊर्जा का उत्सर्जन करती है, एवं वातावरण से ऊर्जा अवशोषित करती है।

$\because\ T_A>T \Rightarrow$ वस्तु *A* अवशोषण की तुलना में उत्सर्जन अधिक करेगी एवं

$T_B<T \Rightarrow$ वस्तु *B* उत्सर्जन की तुलना में अवशोषण अधिक करेगी।

कुछ समय पश्चात् सभी वस्तुएँ एक उभयनिष्ठ ताप प्राप्त कर लेगी।

54. (b) प्रीवोस्ट के सिद्धान्त से

55. (b) $Q\propto T^4 \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2}=\frac{T_1^4}{T_2^4} \Rightarrow T_2^4=\left(\frac{E_2}{E_1}\right)T_1^4$

$$\Rightarrow T_2^4=\frac{1}{16}\times(1000)^4=\left(\frac{1000}{2}\right)^4 \Rightarrow T_2=500\,K$$

56. (c) $Q\propto T^4$

विकिरण (न्यूटन का शीतलन नियम)

1. (b) न्यूटन के शीतलन नियम के अनुसार,

$$\frac{\theta_1-\theta_2}{t}=K\left[\frac{\theta_1+\theta_2}{2}-\theta_0\right]$$

प्रथम स्थिति में, $\frac{(60-50)}{10}=K\left[\frac{60+50}{2}-\theta_0\right]$

$$1=K(55-\theta) \quad ....(i)$$

द्वितीय स्थिति मे, $\frac{(50-42)}{10}=K\left[\frac{50+42}{2}-\theta_0\right]$

$$0.8=K(46-\theta_0) \quad ....(ii)$$

समीकरण (i) में (ii) का भाग देने पर $\frac{1}{0.8}=\frac{55-\theta_0}{46-\theta_0}$

या $46-\theta_0=44-0.8\theta_0 \Rightarrow \theta_0=10^oC$

2. (c) न्यूटन के शीतलन नियमानुसार

शीतलन की दर $\propto$ औसत तापान्तर

$$\Rightarrow \frac{\text{ताप में गिरावट}}{\text{समय}}\propto\left(\frac{\theta_1+\theta_2}{2}-\theta_0\right)$$

$\because \left(\frac{\theta_1+\theta_2}{2}\right)_1 > \left(\frac{\theta_1+\theta_2}{2}\right)_2 > \left(\frac{\theta_1+\theta_2}{2}\right)_3$

$\Rightarrow T_1 < T_2 < T_3$

3. (a) प्रारम्भ में, $t = 0$ पर
शीतलन की दर (R) $\propto$ वस्तु के ताप में गिरावट ($\theta - \theta$)

$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\theta_1-\theta_0}{\theta_2-\theta_0} = \frac{100-40}{80-40} = \frac{3}{2}$

4. (a) कम तापान्तर पर यह, स्टीफन नियम का विशिष्ट रूप है।

5. (b) उस द्रव की शीतलन दर कम होगी, जिसकी विशिष्ट ऊष्मा अधिक है, क्योंकि समान मात्रा के लिए शीतलन दर $\frac{d\theta}{dt} \propto \frac{1}{c}$

6. (c) $S_l = \frac{1}{m_l}\left[\frac{t_l}{t_W}(m_W C_W + W) - W\right]$

$= \frac{1}{300}\left[\frac{95}{3\times 60}(350\times 1+10)-10\right] = 0.6\ Cal/gm\times°C$

7. (c) विशिष्ट ऊष्मा ज्ञात करने में न्यूटन के शीतलन नियम का उपयोग होता है।

8. (c) न्यूटन के शीतलन नियमानुसार

9. (d) ऊष्मा क्षय की दर $\left(\frac{\Delta Q}{t}\right) \propto$ तापान्तर $\Delta\theta$

$\frac{\left(\frac{\Delta Q}{t}\right)_1}{\left(\frac{\Delta Q}{t}\right)_2} = \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} \Rightarrow \frac{60}{\left(\frac{\Delta Q}{t}\right)_2} = \frac{80-60}{40-20} \Rightarrow \left(\frac{\Delta Q}{t}\right)_2 = \frac{20\ cal}{sec}$

10. (b) रात्रि में आकाश स्वच्छ होने पर, वस्तु ऊष्मा उत्सर्जित करती है एवं इसका ताप गिरता है, अतः विकल्प (a) गलत है। प्रत्येक वस्तु द्वारा प्रति सैकण्ड उत्सर्जित ऊर्जा $E \propto T$ अतः विकल्प (c) गलत है।

प्रति सैकण्ड उत्सर्जित ऊर्जा $\frac{Q}{t} = PA\varepsilon\sigma T^4$

$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{A_1}{A_2}.\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2.\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4 = \left(\frac{1}{4}\right)^2\left(\frac{4000}{200}\right) = \frac{1}{1}$

$\because P_1 = P_2$ अतः विकल्प (d) गलत है
न्यूटन का शीतलन नियम, स्टीफन के नियम का ही रूप है, एवं यह प्राकृतिक संवहन के लिए सही है। अतः विकल्प (b) सही है।

11. (b) $\frac{\theta_1-\theta_2}{t} = K\left(\frac{\theta_1+\theta_2}{2}-\theta_0\right)$

$\therefore \frac{100-70}{4} = K\left(\frac{100+70}{2}-15\right) = 60K \Rightarrow K = \frac{1}{8}$

पुनः $\frac{70-40}{t} = \frac{1}{8}\left(\frac{70+40}{2}-15\right) = 5 \Rightarrow t = 6\ min$

12. (d) $\frac{80-60}{1} = K\left(\frac{80+60}{2}-30\right) \Rightarrow K = \frac{1}{2}$

पुनः $\frac{60-50}{t} = \frac{1}{2}\left(\frac{60+50}{2}-30\right) \Rightarrow t = 0.8\times 60 = 48\ sec$

13. (c) न्यूटन के शीतलन नियमानुसार
शीतलन की दर $\propto$ औसत तापान्तर

प्रारम्भ में औसत तापान्तर $= \left(\frac{70+60}{2}-\theta_0\right) = (65-\theta_0)$

अंततः औसत, तापान्तर $= \left(\frac{60+50}{2}-\theta_0\right) = (55-\theta_0)$

दूसरी स्थिति में औसत तापान्तर घटता है, इसलिए ताप गिरने की दर घटती है, इसलिए यह समान परास से ठण्डा होने में अधिक समय लेगी।

14. (c) $\frac{\theta_1-\theta_2}{t} = K\left[\frac{\theta_1+\theta_2}{2}-\theta_0\right]$

प्रथम 10 मिनट में

$\frac{62-50}{10} = K\left[\frac{62+50}{2}-\theta_0\right] \Rightarrow 1.2 = K[56-\theta_0]$ .... (i)

अगले 10 मिनट में

$\frac{50-42}{10} = K\left[\frac{50+42}{2}-\theta_0\right] \Rightarrow 0.8 = K[46-\theta_0]$ .... (ii)

समीकरण (i) व (ii) से $\frac{1.2}{0.8} = \frac{(56-\theta_0)}{(46-\theta_0)} \Rightarrow \theta_0 = 26°C$

15. (d) $\frac{d\theta}{dt} = \frac{\sigma A}{mc}(T^4 - T_0^4)$ यदि द्रवों को एक जैसे कैलोरीमीटरो में, समान वातावरण में रखा जाता है, तब हम T एवं A को नियत मान सकते हैं, तब $\frac{d\theta}{dt} \propto \frac{(T^4-T_0^4)}{mc}$ ......(i)

यदि हम मान लें कि द्रवों की समान मात्रा (m) समान ताप पर ली गई है, तब $\frac{d\theta}{dt} \propto \frac{1}{c}$

इसलिए समान शीतलन दर के लिए c समान होना चाहिए जोकि सम्भव नहीं है, क्योंकि दोनों द्रवों की प्रकृति अलग-अलग है पुनः $\frac{d\theta}{dt} \propto \frac{(T^4-T_0^4)}{mc} \Rightarrow \frac{d\theta}{dt} \propto \frac{(T^4-T_0^4)}{V\rho c}$

यदि समान ताप पर द्रवों के समान आयतन (V) लें तब $\frac{d\theta}{dt} \propto \frac{1}{\rho c}$

इसलिए समान शीतलन दर के लिए $\rho\times c$ का मान दोनों द्रवों के लिए समान हो सकता है। इसलिए विकल्प (d) सत्य हो सकता है।

16. (c) $\frac{60-50}{10} = K\left(\frac{60+50}{2}-25\right)$ .....(i)

$\frac{50-\theta}{10} = K\left[\frac{50+\theta}{2}-25\right]$ .....(ii)

भाग देने पर $\frac{10}{50-\theta} = \frac{60}{\theta} \Rightarrow \theta = 42.85\,^oC$

17. (a) $\frac{365-361}{2} = K\left[\frac{365+361}{2}-293\right] = 70\ K \Rightarrow K = \frac{1}{35}$

पुनः $\frac{344-342}{t} = \frac{1}{35}\left[\frac{344-342}{2}-293\right] = \frac{10}{7}$

$\Rightarrow t = \frac{14}{10}\min = \frac{14}{10}\times 60 = 84\ sec.$

18. (b) $\frac{50-49.9}{5}=K\left(\frac{50+49.9}{2}-30\right)$ .....(i)

$\frac{40-39.9}{t}=K\left[\frac{40+39.9}{2}-30\right]$ .....(ii)

समीकरण (i) व (ii) से, $t \approx 10$ *sec*

19. (c) ऊष्मा हानि की दर जल एवं वातावरण के बीच औसत तापान्तर के अनुक्रमानुपाती होती है।

20. (b) शीतलन दर $=\frac{-d\theta}{dt}\propto\left(\frac{\theta_1+\theta_2}{2}-\theta_0\right)$

द्वितीय स्थिति में औसत तापान्तर कम होगा, अतः शीतलन दर भी कम होगी। इसलिए लगा समय 4 मिनट से अधिक होगा।

21. (a)

22. (b) प्रथम स्थिति में, $\frac{61-59}{4}=K\left[\frac{61+59}{2}-30\right]$ .....(i)

द्वितीय स्थिति में, $\frac{51-49}{t}=K\left[\frac{51+49}{2}-30\right]$ .....(ii)

समीकरण (i) में (ii) का भाग देने पर $t=6$ *min*

23. (d)

24. (c) प्रथम स्थिति में, $\frac{60-40}{7}=K\left[\frac{60+40}{2}-10\right]$ ....(i)

द्वितीय स्थिति में, $\frac{40-28}{t}=K\left[\frac{40+28}{2}-10\right]$ ....(ii)

हल करने पर $t=7$ *minutes*

25. (b) प्रथम स्थिति में, $\frac{50-40}{5}=K\left[\frac{50+40}{2}-\theta_0\right]$ ....(i)

द्वितीय स्थिति में, $\frac{40-33.33}{5}=K\left[\frac{40+33.33}{2}-\theta_0\right]$ ....(ii)

हल करने पर $\theta_0=20^oC$.

26. (b) प्रथम स्थिति में, $\frac{50-40}{10}=K\left[\frac{50+40}{2}-20\right]$ ....(i)

द्वितीय स्थिति में, $\frac{40-\theta_2}{10}=K\left[\frac{40+\theta_2}{2}-20\right]$ ....(ii)

हल करने पर $\theta_2=33.3^oC$

27. (d) प्रथम स्थिति में, $\frac{61-59}{10}=K\left[\frac{61+59}{2}-30\right]$ ....(i)

द्वितीय स्थिति में, $\frac{51-49}{10}=K\left[\frac{51+49}{2}-30\right]$ ....(ii)

हल करने पर $t=15$ *min.*

28. (d) शीतलन दर (यहाँ यह ऊष्मा हानि की दर है)

$\frac{dQ}{dt}=(mc+W)\frac{d\theta}{dt}=(m_lc_l+m_cc_c)\frac{d\theta}{dt}$

$\Rightarrow \frac{dQ}{dt}=(0.5\times2400+0.2\times900)\left(\frac{60-55}{60}\right)=115\ \frac{J}{\sec}$.

29. (a) शीतलन दर $\propto$ औसत तापान्तर $\Delta\theta$

30. (b) न्यूटन के शीतलन नियमानुसार $\frac{\theta_1-\theta_2}{t}=k\left[\frac{\theta_1+\theta_2}{2}-\theta_0\right]$

प्रारम्भ में,

$\frac{(80-64)}{5}=K\left(\frac{80+64}{2}-\theta_0\right)\Rightarrow 3.2=K[72-\theta_0]$ ... (i)

अन्त में

$\frac{(64-52)}{10}=K\left[\frac{64+52}{2}-\theta_0\right]\Rightarrow 1.2=K[58-\theta_0]$... (ii)

समीकरण (i) व (ii) को हल करने पर $\theta_0=49°C$

31. (d) $\frac{50-45}{5}=K\left(\frac{50+45}{2}-\theta_0\right)$ .....(i)

$\frac{45-41.5}{5}=K\left(\frac{45+41.5}{2}-\theta_0\right)$ .....(ii)

समीकरण (i) व (ii) को हल करने पर $\theta_0=33.3\ °C$

32. (d) $\frac{65.5-62.5}{1}=K\left(\frac{65.5+62.5}{2}-22.5\right)\Rightarrow K=\frac{3}{41.5}$

पुनः $\frac{46.5-40.5}{t}=\frac{3}{41.5}\left(\frac{46.5+40.5}{2}-22.5\right)$

$\Rightarrow \frac{6}{t}=\frac{3}{41.5}\times21 \Rightarrow t=\frac{82}{21}\simeq 4$ minute.

33. (a) $\frac{62-50}{10}=K\left(\frac{62+50}{2}-26\right)\Rightarrow \frac{6}{5}=K\times30 \Rightarrow K=\frac{1}{25}$

एवं $\frac{50-\theta}{10}=\frac{1}{25}\left(\frac{50+\theta}{2}-26\right)\Rightarrow \theta=42°C$

34. (c) $\frac{90-60}{5}=K\left(\frac{90+60}{2}-20\right)\Rightarrow 6=K\times55 \Rightarrow K=\frac{6}{55}$

एवं $\frac{60-30}{t}=\frac{6}{55}\left(\frac{60+30}{2}-20\right)\Rightarrow t=11$ *minute.*

35. (a) न्यूटन के शीतलन नियमानुसार,

प्रथम स्थिति में, $\frac{75-65}{t}=K\left[\frac{75+65}{2}-30\right]$ .....(i)

द्वितीय स्थिति में, $\frac{55-45}{t}=K\left[\frac{55+45}{2}-30\right]$ .....(ii)

समीकरण (i) में (ii) का भाग देने पर $\frac{5t}{10}=\frac{40}{20}\Rightarrow t=4$ *minutes*

36. (b) न्यूटन के शीतलन नियमानुसार,

प्रथम स्थिति में, $\frac{80-50}{5}=K\left[\frac{80+50}{2}-20\right]$ .....(i)

द्वितीय स्थिति में, $\frac{60-30}{t}=K\left[\frac{60+30}{2}-20\right]$ (ii)

समीकरण (i) में (ii) का भाग देने पर, $\frac{t}{2}=\frac{45}{25}\Rightarrow t=9$ *min*

37. (b) न्यूटन के शीतलन नियमानुसार

Critical Thinking Questions

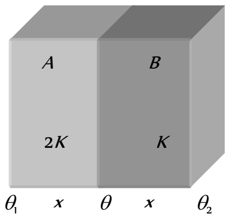
1. (a) $\frac{dQ}{dt}=\frac{KA\Delta\theta}{l}$ दोनों छड़ों के लिए *K*, *A* एवं $\Delta\theta$ समान हैं

$\Rightarrow \frac{dQ}{dt} \propto \frac{1}{l}$ अतः $\frac{(dQ/dt)_{\text{अर्द्धवृत्तीय}}}{(dQ/dt)_{\text{सरल रेखीय}}} = \frac{l_{\text{सरल रेखीय}}}{l_{\text{अर्द्धवृत्तीय}}} = \frac{2r}{\pi r} = \frac{2}{\pi}$

2. (b) माना कि प्रत्येक दीवार की मोटाई x है, तब $\left(\frac{Q}{t}\right)_{\text{संयोजन}} = \left(\frac{Q}{t}\right)_A \Rightarrow \frac{K_S A(\theta_1 - \theta_2)}{2x} = \frac{2KA(\theta_1 - \theta)}{x}$

$\because K_S = \frac{2 \times 2K \times K}{(2K + K)} = \frac{4}{3}K$ और $(\theta_1 - \theta_2) = 36°$

$\Rightarrow \frac{\frac{4}{3}KA \times 36}{2x} = \frac{2KA(\theta_1 - \theta)}{x}$



तब दीवार A के सिरों पर तापान्तर

$(\theta_1 - \theta) = 12^o C$

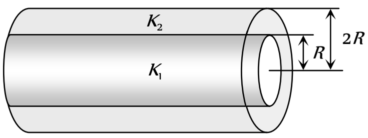
3. (d)

$$t = \frac{\rho L}{2K\theta}(x_2^2 - x_1^2) \Rightarrow$$

$t \propto (x_2^2 - x_1^2)$

$\Rightarrow \frac{t}{t'} = \frac{(x_2^2 - x_1^2)}{(x'^2_2 - x'^2_1)} \Rightarrow \frac{9}{t'} = \frac{(1^2 - 0^2)}{(2^2 - 1^2)} \Rightarrow t' = 21\ hours$

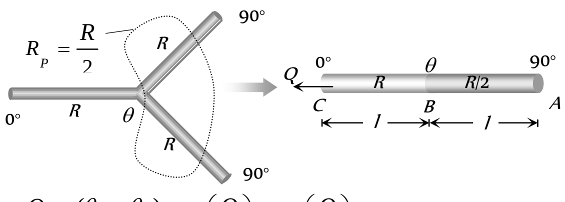
4. (c) दोनों बेलन समान्तर क्रम में हैं,



अतः $K_{eq} = \frac{K_1 A_1 + K_2 A_2}{A_1 + A_2}$; यहाँ A_1 = अन्दर वाले बेलन का क्षेत्रफल = πR^2 एवं A_2 = बेलनाकार कोश का क्षेत्रफल $= \pi\{(2R)^2 - (R)^2\} = 3\pi R^2$

$\Rightarrow K_{eq} = \frac{K_1(\pi R^2) + K_2(3\pi R^2)}{\pi R^2 + 3\pi R^2} = \frac{K_1 + 3K_2}{4}$

5. (b) माना सन्धि स्थल का ताप θ है, चूँकि छड़ें B एवं C परस्पर समान्तर है (क्योंकि इनके बीच तापान्तर समान है) अतः दिये गये चित्र को पुनः निम्नानुसार बनाया जा सकता है



$\because \frac{Q}{t} = \frac{(\theta_1 - \theta_2)}{R}$ या $\left(\frac{Q}{t}\right)_{AB} = \left(\frac{Q}{t}\right)_{BC}$

$\Rightarrow \frac{(90 - \theta)}{R/2} = \frac{(\theta - 0)}{R} \Rightarrow 180 - 2\theta = \theta \Rightarrow \theta = 60°C$

6. (a) हीटर द्वारा उत्पन्न ऊष्मा $H = \frac{V^2}{R}.\frac{t}{J} = \frac{(200)^2 \times t}{20 \times 4.2}$

काँच द्वारा स्थानान्तरित ऊष्मा $H = \frac{0.2 \times 1 \times (20 - \theta)t}{0.002}$

अतः $\frac{(200)^2 \times t}{20 \times 4.2} = \frac{0.2 \times (20 - \theta)t}{0.002} \Rightarrow \theta = 15.24^o C$

7. (a) चूँकि $t = \frac{\rho L}{2k\theta}(x_2^2 - x_1^2)$

$\therefore t = \frac{\rho L}{2k\theta}(x^2 - y^2) = \frac{\rho L(x+y)(x-y)}{2K\theta}$

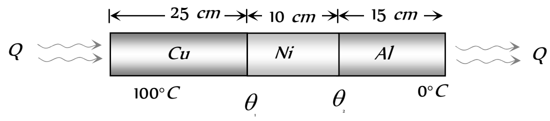
8. (b) यदि $K_{Ni} = K \Rightarrow K_{Al} = 3K$ एवं $K_{Cu} = 6K$.

चूँकि सभी छड़ें श्रेणीक्रम में हैं, अतः

$\left(\frac{Q}{t}\right)_{\text{संयोजन}} = \left(\frac{Q}{t}\right)_{Cu} = \left(\frac{Q}{t}\right)_{Al} = \left(\frac{Q}{t}\right)_{Ni}$

एवं $\frac{3}{K_{eq}} = \frac{1}{K_{Cu}} + \frac{1}{K_{Al}} + \frac{1}{K_{Ni}} = \frac{1}{6K} + \frac{1}{3K} + \frac{1}{K} = \frac{9}{6K}$

$\Rightarrow K_{eq} = 2K$



अतः यदि $\left(\frac{Q}{t}\right)_{\text{संयोजन}} = \left(\frac{Q}{t}\right)_{Cu}$

$\Rightarrow \frac{K_{eq}A(100 - 0)}{l_{\text{संयोजन}}} = \frac{K_{Cu}A(100 - \theta_1)}{l_{Cu}}$

$\Rightarrow \frac{2K\,A(100 - 0)}{(25 + 10 + 15)} = \frac{6K\,A(100 - \theta_1)}{25} \Rightarrow \theta_1 = 83.33°C$

यदि $\left(\frac{Q}{t}\right)_{\text{संयोजन}} = \left(\frac{Q}{t}\right)_{Al}$

$\Rightarrow \frac{2K\,A(100 - 0)}{50} = \frac{3K\,A(\theta_2 - 0)}{15} \Rightarrow \theta_2 = 20^o C$

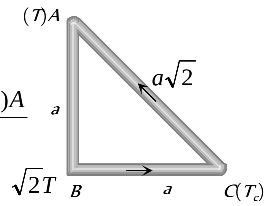
9. (b) $\because T_B > T_A \Rightarrow$ ऊष्मा B से A की ओर दो भागों (i) B से सीधी A की ओर (ii) एवं BCA के अनुदिश प्रवाहित होगी

माना BC एवं CA में ऊष्मा प्रवाह की दर समान होगी

अर्थात् $\left(\frac{Q}{t}\right)_{BC} = \left(\frac{Q}{t}\right)_{CA}$

$\Rightarrow \frac{k(\sqrt{2}T - T_C)A}{a} = \frac{k(T_C - T)A}{\sqrt{2}a}$

$\Rightarrow \frac{T_C}{T} = \frac{3}{1 + \sqrt{2}}$

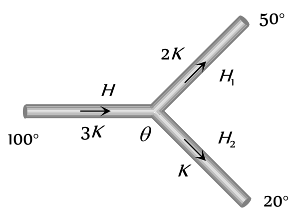


10. (a) $mL = \frac{KA\Delta\theta\ t}{\Delta x} \Rightarrow 500 \times 80 = \frac{0.0075 \times 75 \times (40 - 0)t}{5}$

$\Rightarrow t = 8.9 \times 10^3\ sec = 2.47\ hr$

11. (a) शीतलन दर $\frac{\Delta\theta}{t} = \frac{A\varepsilon\sigma(T^4 - T_0^4)}{mc} \Rightarrow \frac{\Delta\theta}{t} \propto A$. चूँकि प्लेट का क्षेत्रफल सबसे अधिक है, अतः यह सबसे जल्दी ठंडी हो जाएगी।

12. (b) माना कि सन्धि का ताप θ है, निम्न चित्रानुसार

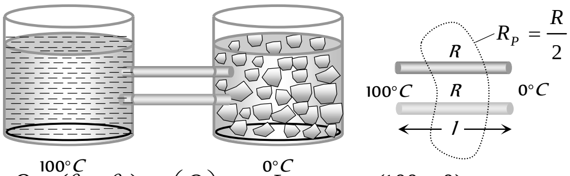


$H = H_1 + H_2$

$$\Rightarrow \frac{3K \times A \times (100-\theta)}{l} = \frac{2KA(\theta-50)}{l} + \frac{KA(\theta-20)}{l}$$

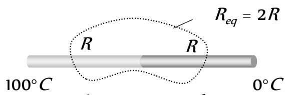
$\Rightarrow 300 - 3\theta = 3\theta - 120 \Rightarrow \theta = 70°C$

13. (c) प्रारम्भ में छड़ पात्रों में चित्रानुसार रखी हैं



$$\frac{Q}{t} = \frac{(\theta_1-\theta_2)}{R} \Rightarrow \left(\frac{Q}{t}\right)_1 = \frac{mL}{t} = q_1 L = \frac{(100-0)}{\frac{R}{2}} \quad ... (i)$$

अन्त में जब छड़ें चित्रानुसार जोड़ दी जाती हैं, तब



$$\Rightarrow \left(\frac{Q}{t}\right)_2 = \frac{mL}{t} = q_2 L = \frac{(100-0)}{2R} \quad ... (ii)$$

समीकरण (i) व (ii) से $\frac{q_1}{q_2} = \frac{4}{1}$

14. (b) शीतलन की दर $R = \frac{\Delta\theta}{t} = \frac{A\varepsilon\sigma(T^4 - T_0^4)}{mc}$

$\Rightarrow R \propto \frac{A}{m} \propto \frac{\text{क्षेत्रफल}}{\text{आयतन}}$

$\Rightarrow$ समान पृष्ठीय क्षेत्रफल के लिए $R \propto \frac{1}{\text{आयतन}}$

$\because$ घन का आयतन < गोले का आयतन

$\Rightarrow R_{\text{घन}} > R_{\text{गोला}}$ अर्थात् घन की शीतलन दर अधिक होगी।

15. (a,b) स्टीफन के नियमानुसार,

$E = eA\sigma T^4 \Rightarrow E_1 = e_1 A\sigma T_1^4$ एवं $E_2 = e_2 A\sigma T_2^4$

$\because E_1 = E_2 \Rightarrow e_1 T_1^4 = e_2 T_2^4$

$$\Rightarrow T_2 = \left(\frac{e_1}{e_2} T_1^4\right)^{\frac{1}{4}} = \left(\frac{1}{81} \times (5802)^4\right)^{\frac{1}{4}} \Rightarrow T_B = 1934\ K$$

एवं वीन के नियमानुसार $\lambda_A \times T_A = \lambda_B \times T_B$

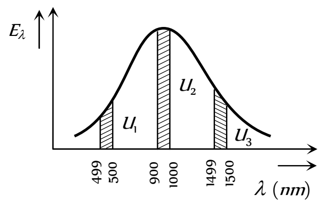
$$\Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{T_B}{T_A} \Rightarrow \frac{\lambda_B - \lambda_A}{\lambda_B} = \frac{T_A - T_B}{T_A}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_B} = \frac{5802 - 1934}{5802} = \frac{3968}{5802} \Rightarrow \lambda_B = 1.5\ \mu m$$

16. (d) वीन का विस्थापन नियम $\lambda_m T = b$

$$\Rightarrow \lambda_m = \frac{b}{T} = \frac{2.88 \times 10^6}{2880} = 1000\ nm.$$

ऊर्जा वितरण चित्रानुसार होगा



ग्राफ से स्पष्ट है कि $U_2 > U_1$

17. (b) प्रति सैकण्ड प्राप्त ऊर्जा अर्थात् शक्ति $P \propto (T^4 - T_0^4)$

$\Rightarrow P \propto T^4 \qquad (\because T_0 << T)$

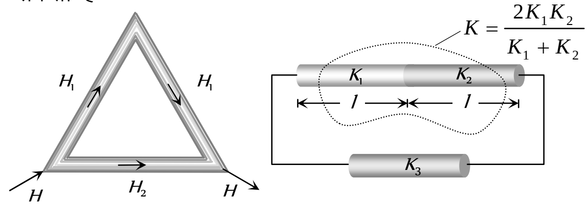
साथ ही प्रति सैकण्ड प्राप्त ऊर्जा $(P) \propto \frac{1}{d^2}$

(व्युत्क्रम वर्ग नियम)

$$\Rightarrow P \propto \frac{T^4}{d^2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4 \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{P}{P_2} = \left(\frac{T}{2T}\right)^2 \times \left(\frac{2d}{d}\right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow P_2 = 4P.$$

18. (c) छड़ों के दिये गये संयोजन को पुनः चित्रानुसार बनाया जा सकता है



दिया है $H_1 = H_2$

$$\Rightarrow \frac{KA(\theta_1 - \theta_2)}{2l} = \frac{K_3 A(\theta_1 - \theta_2)}{l} \Rightarrow K_3 = \frac{K}{2} = \frac{K_1 K_2}{K_1 + K_2}$$

19. (b) शीतलन दर $(R) = \frac{\Delta\theta}{t} = \frac{A \in \sigma(T^4 - T_0^4)}{mc}$

$$\Rightarrow R \propto \frac{A}{m} \propto \frac{\text{क्षेत्रफल}}{\text{आयतन}} \propto \frac{r^2}{r^3} \propto \frac{1}{r}$$

$$\Rightarrow \text{दर } (R) \propto \frac{1}{r} \propto \frac{1}{m^{1/3}} \left[\because m = \rho \times \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow r \propto m^{1/3}\right]$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{m_2}{m_1}\right)^{1/3} = \left(\frac{1}{3}\right)^{1/3}$$

20. (b) उत्सर्जित शक्ति $P = A\varepsilon\sigma T^4 \Rightarrow P \propto AT^4$

वीन विस्थापन नियम से, $\lambda_m T = \text{नियतांक} \Rightarrow T \propto \frac{1}{\lambda_m}$

$$\therefore P \propto \frac{A}{(\lambda_m)^4} \propto \frac{r^2}{(\lambda_m)^4}$$

$$\Rightarrow Q_A : Q_B : Q_C = \frac{2^2}{(300)^4} : \frac{4^2}{(400)^4} : \frac{6^2}{(500)^4}$$

$\therefore Q_B$ का मान अधिकतम होगा।

21. (d) कृष्ण वस्तु से प्रति मिनट उत्सर्जित कुल ऊर्जा

$$Q \propto T^4 \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \left(\frac{2T}{T}\right)^4 = 16 \Rightarrow Q_2 = 16Q_1$$

यदि लिये गये जल की मात्रा m एवं विशिष्ट ऊष्मा s हो, तब $Q_1 = ms(20.5-20)$ एवं $Q_2 = ms(\theta - 20)$

$\theta°C$ = जल का अन्तिम ताप

$\Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\theta-20}{0.5} \Rightarrow \frac{16}{1} = \frac{\theta-20}{0.5} \Rightarrow \theta = 28°C$

22. (a) शीतलन दर $\frac{\Delta\theta}{t} = \frac{A\varepsilon\sigma(T^4 - T_0^4)}{mc}$

चूँकि पृष्ठीय क्षेत्रफल, पदार्थ की प्रकृति एवं तापान्तर समान हैं इसलिए ऊष्मा खोने की दर दोनों गोलों की समान होगी। इस स्थिति में शीतलन दर केवल द्रव्यमान पर निर्भर करेगी।

$\Rightarrow$ शीतलन दर $\frac{\Delta\theta}{t} \propto \frac{1}{m}$

$\because m_{ठोस} > m_{खोखला}$ अतः खोखला गोला तेजी से ठण्डा होगा।

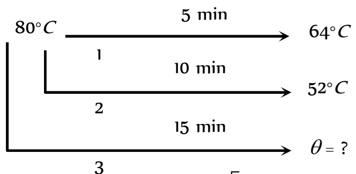
23. (c) शीतलन दर $\frac{\Delta\theta}{t} = \frac{A\varepsilon\sigma(T^4 - T_0^4)}{mc}$

$\Rightarrow t \propto \frac{m}{A}$ [$\because \Delta\theta, t, \sigma, (T^4 - T_0^4)$ नियत है]

$\Rightarrow t \propto \frac{m}{A} \propto \frac{\text{आयतन}}{\text{क्षेत्रफल}} \propto \frac{a^3}{a^2} \Rightarrow t \propto a \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{a_1}{a_2}$

$\Rightarrow \frac{100}{t_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow t_2 = 200\, sec$

24. (a) न्यूटन के शीतलन नियम से, $\frac{\theta_1 - \theta_2}{t} = K\left[\frac{\theta_1+\theta_2}{2} - \theta_0\right]$



प्रथम प्रक्रिया से : $\frac{(80-64)}{5} = K\left[\frac{80+64}{2} - \theta_0\right]$ ...(i)

द्वितीय प्रक्रिया से : $\frac{(80-52)}{10} = K\left[\frac{80+52}{2} - \theta_0\right]$ ...(ii)

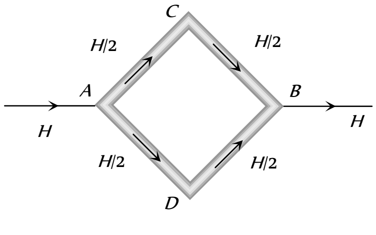
तृतीय प्रक्रिया से : $\frac{(80-\theta)}{15} = K\left[\frac{80+\theta}{2} - \theta_0\right]$ ...(iii)

समीकरण (i) व (ii) को हल करने पर हमें $K = \frac{1}{15}$ एवं $\theta_0 = 24°C$ प्राप्त होते हैं। ये मान समीकरण (iii) में रखने पर $\theta = 42.7°C$

25. (c) $t = \frac{Ql}{KA(\theta_1-\theta_2)} = \frac{mLl}{KA(\theta_1-\theta_2)} = \frac{V\rho Ll}{KA(\theta_1-\theta_2)}$

$= \frac{5 \times A \times 0.92 \times 80 \times \frac{5+10}{2}}{0.004 \times A \times 10 \times 3600} = 19.1\, hours$

26. (a) माना कि A व B के बीच तापान्तर $100°C$ एवं $\theta_A > \theta_B$



ऊष्मीय धारा A से B की ओर दो मार्गों ACB एवं ADB से होकर प्रवाहित होगी। चूँकि सभी छड़ें सर्वसम हैं, इसलिए $(\Delta\theta)_{AC} = (\Delta\theta)_{AD}$

(क्योंकि ऊष्मीय धारा $H = \frac{\Delta\theta}{R}$; यहाँ R = सभी के लिए समान है)

$\Rightarrow \theta_A - \theta_C = \theta_A - \theta_D \Rightarrow \theta_C = \theta_D$

अर्थात् C व D के बीच तापान्तर शून्य होगा।

27. (c) $\frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta\theta}{l} \Rightarrow \frac{mL}{t} = \frac{K(\pi r^2)\Delta\theta}{l}$

$\Rightarrow$ बर्फ पिघलने की दर $\left(\frac{m}{t}\right) \propto \frac{Kr^2}{l}$

दूसरी छड़ के लिए $K \rightarrow$ एक चौथाई, $r \rightarrow$ दोगुनी एवं लम्बाई आधी है इसलिए बर्फ पिघलने की दर दोगुनी हो जाएगी

अर्थात् $\left(\frac{m}{t}\right)_2 = 2\left(\frac{m}{t}\right)_1 = 2 \times 0.1 = 0.2\, gm/sec$

28. (c) 1 मिनट में प्रदाय ऊष्मा बर्फ को पिघलाने में प्रयुक्त होती है, इसलिए $\frac{KA(\theta_1-\theta_2)t}{l} = m \times L$

$\Rightarrow m = \frac{10^{-3} \times 92 \times (100-0) \times 60}{1 \times 8 \times 10^4} = 6.9 \times 10^{-3}\, kg$

29. (d) $\frac{dQ}{dt} = \frac{KA}{l} d\theta = \frac{0.01 \times 1}{0.05} \times 30 = 6\, J/sec$

एक दिन (86400 sec) में स्थानान्तरित ऊष्मा

$Q = 6 \times 86400 = 518400\ J$

अब $Q = mL \Rightarrow m = \frac{Q}{L} = \frac{518400}{334 \times 10^3} = 1.552\, kg = 1552 g$

30. (b) C व D के बीच कोई ऊष्मा प्रवाह न हो इसके लिए

$\left(\frac{Q}{t}\right)_{AC} = \left(\frac{Q}{t}\right)_{CB} \Rightarrow \frac{K_1A(\theta_A-\theta_C)}{l} = \frac{K_2A(\theta_C-\theta_B)}{l}$

$\Rightarrow \frac{\theta_A-\theta_C}{\theta_C-\theta_B} = \frac{K_2}{K_1}$ ...(i)

एवं $\left(\frac{Q}{t}\right)_{AD} = \left(\frac{Q}{t}\right)_{DB} \Rightarrow \frac{K_3A(\theta_A-\theta_D)}{l} = \frac{K_4A(\theta_D-\theta_B)}{l}$

$\Rightarrow \frac{\theta_A-\theta_D}{\theta_D-\theta_B} = \frac{K_4}{K_3}$ ...(ii)

दिया है $\theta_C = \theta_D$, अतः समीकरण (i) व (ii) से $\frac{K_2}{K_1} = \frac{K_4}{K_3} \Rightarrow$

$K_1K_4 = K_2K_3$

31. (d) शीतलन दर $R_C = \frac{d\theta}{dt} = \frac{A\varepsilon\sigma(T^4 - T_0^4)}{mc}$

$\Rightarrow \frac{d\theta}{dt} \propto \frac{A}{V} \propto \frac{r^2}{r^3} \Rightarrow \frac{d\theta}{dt} \propto \frac{1}{r}$

32. (b) $\frac{dT}{dt} = \frac{\sigma A}{mcJ}(T^4 - T_0^4)$ [दिये गये प्रश्न में, ताप में गिरावट $dT = (200-100) = 100\,K$, वातावरण का ताप $T_0 = 0K$, वस्तु का प्रारम्भिक ताप $T = 200\,K$].

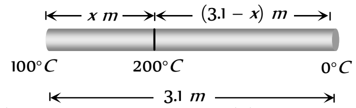
$\frac{100}{dt} = \frac{\sigma 4\pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3 \rho c J}(200^4 - 0^4)$

$\Rightarrow dt = \frac{r\rho c\, J}{48\sigma} \times 10^{-6} s = \frac{r\rho c}{\sigma} . \frac{4.2}{48} \times 10^{-6}$

$= \frac{7}{80} \frac{r\rho c}{\sigma} \mu s \simeq \frac{7}{72} \frac{r\rho c}{\sigma} \mu s$ [चूँकि $J = 4.2$]

33. (a) ऊष्मा हानि की दर $\frac{dQ}{dt} = \frac{\Delta\theta}{l/KA}$ एवं $\frac{dQ}{dt} = L\frac{dm}{dt}$ (यहाँ L = गुप्त ऊष्मा)

$\Rightarrow \frac{dm}{dt} = \frac{KA}{l}\left(\frac{\Delta\theta}{L}\right)$ माना कि इच्छित बिन्दु $100°C$ जल से x दूरी पर है,



$\because$ बर्फ गलने की दर = वाष्प उत्पन्न होने की दर

$\Rightarrow \left(\frac{dm}{dt}\right)_{\text{भाप}} = \left(\frac{dm}{dt}\right)_{\text{बर्फ}} \Rightarrow \left(\frac{\Delta\theta}{Ll}\right)_{\text{भाप}} = \left(\frac{\Delta\theta}{Ll}\right)_{\text{बर्फ}}$

$\Rightarrow \frac{(200-100)}{540 \times x} = \frac{(200-0)}{80\,(3.1-x)} \Rightarrow x = 0.4\ m = 40\ cm$

34. (c) $Q = \sigma A\, t\, (T^4 - T_0^4)$

यदि T, T_0, σ एवं t के दोनों वस्तुओं के लिए समान हों तब

$\frac{Q_{\text{गोला}}}{Q_{\text{घन}}} = \frac{A_{\text{गोला}}}{A_{\text{घन}}} = \frac{4\pi r^2}{6a^2}$ ... (i)

प्रश्नानुसार गोले का आयतन = घन का आयतन

$\Rightarrow \frac{4}{3}\pi r^3 = a^3 \Rightarrow a = \left(\frac{4}{3}\pi\right)^{1/3} r$

'a' का मान समीकरण (i) में रखने पर,

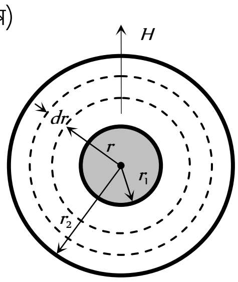
$\frac{Q_{\text{गोला}}}{Q_{\text{घन}}} = \frac{4\pi r^2}{6a^2} = \frac{4\pi r^2}{6\left\{\left(\frac{4}{3}\pi\right)^{1/3} r\right\}^2} = \frac{4\pi r^2}{6\left(\frac{4}{3}\pi\right)^{2/3} r^2} = \left(\frac{\pi}{6}\right)^{1/3} : 1$

35. (d) दिये गये संयोजन के लिए तुल्य ऊष्मीय चालकता $K_{eq} = \frac{l_1 + l_2}{\frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2}} = \frac{x + 4x}{\frac{x}{K} + \frac{4x}{2K}} = \frac{5}{3}K$ अतः दिये गये संयोजन से ऊष्मा प्रवाह की दर

$\frac{Q}{t} = \frac{K_{eq}.A(T_2 - T_1)}{(x + 4x)} = \frac{\frac{5}{3}K\,A\,(T_2 - T_1)}{5x} = \frac{\frac{1}{3}K\,A\,(T_2 - T_1)}{x}$

दिये गये समीकरण से तुलना करने पर $f = \frac{1}{3}$

36. (a) एक r त्रिज्या एवं dr मोटाई की संकेन्द्रीय गोलीय कोश पर विचार करें (चित्र)



स्थायी अवस्था में, इस कोश से त्रैज्यीय दिशा में ऊष्मा प्रवाह की दर $H = \frac{dQ}{dt} = -KA\frac{dT}{dr} = -K(4\pi r^2)\frac{dT}{dr}$

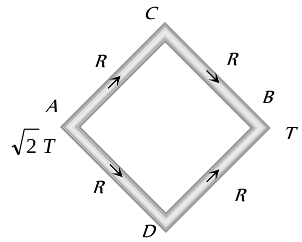
$\Rightarrow \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r^2} = -\frac{4\pi K}{H}\int_{T_1}^{T_1} dT$

इसको सरल करने पर

$H = \frac{dQ}{dt} = \frac{4\pi K r_1 r_2 (T_1 - T_2)}{r_2 - r_1} \Rightarrow \frac{dQ}{dt} \propto \frac{r_1 r_2}{(r_2 - r_1)}$

37. (c) प्रश्न क्रमांक 26 के हल के अनुसार

C व D के बीच तापान्तर शून्य होगा



ग्राफीय प्रश्न

1. (c) शीतलन की दर $\left(-\frac{dT}{dt}\right) \propto$ उत्सर्जकता (e)

ग्राफ से, $\left(-\frac{dT}{dt}\right)_x > \left(-\frac{dT}{dt}\right)_y \Rightarrow e_x > e_y$

आगे, उत्सर्जकता (e) $\propto$ अवशोषण क्षमता (a) $\Rightarrow a_x > a_y$

($\because$ अच्छे अवशोषक अच्छे उत्सर्जक होते हैं)

2. (b) वीन के नियमानुसार $\lambda_m \propto \frac{1}{T}$ एवं चित्र से,

$(\lambda_m)_1 < (\lambda_m)_3 < (\lambda_m)_2$ इसलिए $T_1 > T_3 > T_2$.

3. (d) $\frac{A_T}{A_{2000}} = \frac{16}{1}$ (दिया है)

$e_\lambda - \lambda$ वक्र के बीच घिरा क्षेत्रफल पिण्ड की उत्सर्जन क्षमता को प्रदर्शित करता है, एवं उत्सर्जन क्षमता $\propto T^4$

अंत क्षेत्रफल ($e_\lambda - \lambda$ वक्र) $\propto T^4$

$\Rightarrow \frac{A_T}{A_{2000}} = \left(\frac{T}{2000}\right)^4 \Rightarrow \frac{16}{1} = \left(\frac{T}{2000}\right)^4 \Rightarrow T = 4000\,K.$

4. (c) वीन के नियमानुसार, $\lambda_m \propto \frac{1}{T} \Rightarrow \nu_m \propto T$ जैसे-जैसे वस्तु का ताप बढ़ता है, वैसे-वैसे अधिकतम विकिरण ऊर्जा के संगत आवृत्ति बढ़ती जाती है। यह ग्राफ (c) द्वारा प्रदर्शित होता है।

5. (c) वीन के विस्थापन नियम से,

6. (b) θ-t ग्राफ के लिए, शीतलन दर $= \frac{d\theta}{dt} =$ वक्र की प्रवणता

बिन्दु P पर $\frac{d\theta}{dt} = \tan\phi_2 = k(\theta_2 - \theta_0)$ यहाँ k = नियतांक

बिन्दु Q पर $\frac{d\theta}{dt} = \tan\phi_1 = k(\theta_1 - \theta_0) \Rightarrow \frac{\tan\phi_2}{\tan\phi_1} = \frac{\theta_2 - \theta_0}{\theta_1 - \theta_0}$

7. (a) वीन के विस्थापन नियम से,

$\lambda_m \propto \frac{1}{T} \Rightarrow \lambda_{m_2} < \lambda_{m_1}$ ($\because T_1 < T_2$)

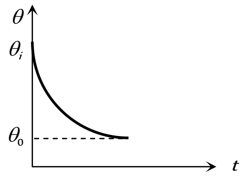
इसलिए T_2 ताप पर, I - λ ग्राफ के लिए अधिकतम विकिरण ऊर्जा के संगत तरंगदैर्ध्य (λ_m) अपेक्षाकृत कम होगी अर्थात् T_2 के लिए ग्राफ बाँयी ओर खिसक जाएगा।

8. (d) दिये गये वक्र में, वक्र एवं λ अक्ष के बीच घिरा क्षेत्रफल उत्सर्जन क्षमता के तुल्य होता है, उत्सर्जन क्षमता $\propto T^4$

$$\Rightarrow A \propto T^4$$

$$\Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{T_2^4}{T_1^4} = \frac{(273+327)^4}{(273+27)^4} = \left(\frac{600}{300}\right)^4 = \frac{16}{1}$$

9. (b) न्यूटन के शीतलन नियम से,



शीतलन दर ∝ तापान्तर

$\Rightarrow -\frac{d\theta}{dt} \propto (\theta - \theta_0) \Rightarrow -\frac{d\theta}{dt} = \alpha\,(\theta - \theta_0)$ (α = नियतांक)

$\Rightarrow \int_{\theta_i}^{\theta} \frac{d\theta}{(\theta - \theta_0)} = -\alpha \int_0^t dt \;\Rightarrow\; \theta = \theta_0 + (\theta_i - \theta_0)e^{-\alpha t}$

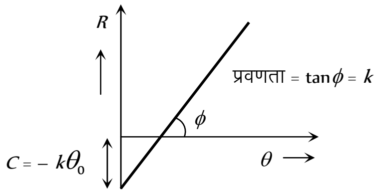
स्पष्ट है, कि वस्तु का ताप (θ) (θ_i से लेकर θ_0 तक) समय के साथ चरघातांकी रूप से परिवर्तित होता है।

10. (a) वीन के विस्थापन नियम से, $\lambda_m \propto \frac{1}{T}$ अतः यदि ताप बढ़ता है, तो λ_m घटता है, अर्थात् $E - \lambda$ वक्र का शिखर बायीं ओर विस्थापित होता है।

11. (c) ऊष्मा हानि की दर (R) ∝ तापान्तर

$\Rightarrow R \propto (\theta - \theta_0) \Rightarrow R = k(\theta - \theta_0) = k\theta - k\theta_0$ (k = नियतांक)

इसकी समीकरण $y = mx + c$ से तुलना करने पर, R व θ के बीच ग्राफ एक सरल रेखा है, जिसकी प्रवणता $= k$ एवं y अक्ष पर अन्तःखण्ड $= -k\theta_0$ है।



12. (c) $\frac{dQ}{dt} = -KA\frac{d\theta}{dx}$

$\because \frac{dQ}{dt}$, सभी बिन्दुओं के लिए K एवं A समान है

$\Rightarrow d\theta \propto -dx$; अर्थात् ताप x के साथ रेखीय रूप से घटेगा।

13. (b) चूँकि चालक की वक्र सतह ऊष्मीय रूप से अवरुद्ध है इसलिए स्थायी अवस्था में प्रत्येक भाग से प्रवाहित ऊष्मा समान होगी। इसलिए H एवं x के बीच ग्राफ एक सरल रेखा होगी जो x-अक्ष के समान्तर है।

14. (d) स्टीफन नियमानुसार $E = \sigma T^4$

$\Rightarrow \log E = \log \sigma + 4 \log T \Rightarrow \log E = 4 \log T + \log \sigma$

इस समीकरण की $y = mx + C$ से तुलना करने पर,

हमें प्राप्त होता है, कि $\log E$ व $\log T$ के बीच ग्राफ एक सरल रेखा है, जिसकी प्रवणता धनात्मक (m = 4) एवं $\log E$ अक्ष पर अन्तःखण्ड $\log \sigma$ है।

15. (c) $\frac{d\theta}{dt} = \frac{\varepsilon A \sigma}{mc} 4\theta_0^3 \Delta\theta$

दिये गये गोले एवं घन के लिए $\frac{\varepsilon A\sigma}{mc} 4\theta_0^3 \Delta\theta$ नियत है

इसलिए दोनों के लिए ताप गिरने की दर $\frac{d\theta}{dt}$ = नियतांक

16. (b) $\lambda_m T = b$ यहाँ $b = 2.89 \times 10^{-3} mK$

$\Rightarrow T = \frac{b}{\lambda_m} = \frac{2.89 \times 10^{-3}}{1.5 \times 10^{-6}} \approx 2000\,K$

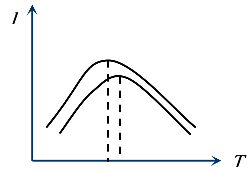
17. (b) वीन का नियम $\lambda_m \propto \frac{1}{T} \Rightarrow \nu_m \propto T$ अर्थात् ν एवं T के बीच ग्राफ एक सरल रेखा है।

प्रक्कथन एवं कारण

1. (a) किरचॉफ नियम से, $\frac{e_\lambda}{a_\lambda} = E_\lambda$

किसी निश्चित तरंगदैर्ध्य के लिए $E_\lambda = 1 \Rightarrow e_\lambda = a_\lambda$ अर्थात् वस्तु की अवशोषण क्षमता इसकी उत्सर्जकता के तुल्य होती है अर्थात् अच्छे उत्सर्जक अच्छे अवशोषक होते है।

2. (c) वीन के नियम से, $\lambda_m T$ = नियतांक अर्थात् उत्सर्जन के शिखर के संगत तरंगदैर्ध्य $\lambda_m \propto \frac{1}{T}$ एवं जैसे-जैसे T बढ़ता वैसे-वैसे λ_m घटता है।



3. (b) दिन में, जब जल का ताप, जमीन की तुलना में कम होता है, तो ठंडी हवायें जल से जमीन की ओर बहती हैं (चूँकि गर्म वायु ऊपर उठ जाती है एवं इस स्थान को ठंडी हवा ले लेती है) इसी प्रकार रात्रि में प्रभाव विपरीत होता है (चूँकि जल, पास की जमीन की तुलना में गर्म होता है) इस हवा के प्रवाह के कारण समुद्र के किनारे ताप सम रहता है।

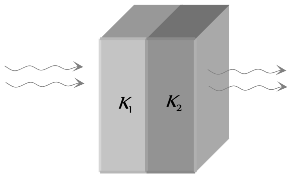
4. (c) आग से किनारों की ओर ऊष्मा प्रवाह मुख्यतः विकिरण से होता है। जबकि आग के ऊपर की ओर ऊष्मा प्रवाह विकिरण एवं संवहन दोनों द्वारा होता है, इसलिए आग के ऊपर अधिक गर्मी महसूस होती है।

5. (e) प्रक्कथन सही है क्योंकि परम शून्य ताप (0 K) पर ऊष्मा न ही विकरित होती है और न ही अवशोषित स्टीफन के अनुसार $E \propto T^4$

6. (a) ऊनी रेशों में अधिक हवा भरी होती है दोनों ऊष्मा एवं वायु ऊष्मा के बुरे चालक है। इसलिए ये शरीर से होने वाली ऊष्मा हानि को बहुत कम कर देते हैं।

7. (d) समान मोटाई के दो गुटकों को श्रेणी संयोजन में तुल्य चालकता निम्न समीकरण से दी जाती है

$$\frac{2}{K} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}$$



यदि $K_1 < K_2$

तब $K_1 < K < K_2$

अतः प्रकथन एवं कारण दोनों गलत है।

8. (c) नियत ताप पर एक धात्विक, खोखला, बन्द पात्र एक कृष्ण पिण्ड की भॉति कार्य कर सकता है। सभी धातुएँ कृष्ण पिण्ड की तरह कार्य नहीं कर सकती क्योकि यदि हम पॉलिश की गई सतह ले तो यह कृष्ण पिण्ड की तरह कार्य नहीं करेगी।

9. (b) यह स्टीफन नियम $E \propto T^4$ के अनुरूप है।

10. (c) उच्च ताप (6000 K) पर सूर्य एक कृष्ण पिण्ड की भांति कार्य करता है, एवं सम्पूर्ण विकिरणों को उत्सर्जित करता है, इसी कारण सूर्य से आने वाले विकिरण स्टीफन नियम $E = \sigma T^4$ का पालन करते हैं।

11. (a) वीन के विस्थापन नियम से, $(T) \propto 1/\lambda_m$ । (चूँकि नीले तारे से उत्सर्जित तरंगदैर्ध्य लाल तारे की तुलना में कम होती है, अतः नीले तारे का ताप लाल तारे की तुलना में अधिक होगा।

12. (b) ऊष्मा प्रवाह की दर $Q = \frac{KA.\Delta\theta\, t}{l}$

ऊष्मीय चालकता $K = \frac{\theta \times l}{A \times \Delta\theta \times t}$

$\Rightarrow K$ (का मात्रक) $= \frac{J \times m}{m^2 \times K \times \sec} = \frac{watt}{m \times K}$

यदि पदार्थ की ऊष्मीय चालकता उच्च है, तो यह अपने में से अधिक ऊष्मा प्रवाहित करेगा।

13. (c) पीतल की ऊष्मीय चालकता अधिक है, अर्थात् यह ऊष्मा का अच्छा चालक है इसलिए जब पीतल के कटोरे को स्पर्श करते हैं, तो शरीर से ऊष्मा कटोरे की ओर तेजी से प्रवाहित होने लगती है, और हमें कटोरा ठंडा महसूस होता है, जबकि लकड़ी ऊष्मा की कुचालक है, इसलिए शरीर से लकड़ी की ट्रे की ओर ऊष्मा प्रवाहित नहीं होती है। इसलिए यह तुलनात्मक रूप से गर्म महसूस होता है।

14. (b) प्रकाश एवं ऊष्मीय विकिरण दोनों ही विद्युत चुम्बकीय विकिरण हैं। विद्युत चुम्बकीय विकिरणो के संचरण के लिए किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है।

15. (a) जब वायुमण्डल का ताप $0°C$ से नीचे चला जाता है, तब जल वाष्प संघनित होने की बजाय सीधे ही बर्फ के छोटे-छोटे टुकड़ो के रूप में जम जाती है। इस प्रकार के छोटे-छोटे कण मिलकर सूती धागे जैसी संरचना बना लेते हैं, जिसे हिम (Snow) कहते हैं। इस प्रकार हिम में वायु के संरन्ध्र (Air packets) होते हैं, जिनमें संवहन नहीं होता है। अतः हिम ऊष्मा का अच्छा कुचालक है। जबकि बर्फ वायु सरन्ध्र नहीं होते हैं। इसलिए बर्फ हिम की तुलना में कम कुचालक है।

16. (e) संवहन प्रक्रम में, तली का द्रव हल्का होकर ऊपर की ओर उठता है। अतः संवहन का आधार भार एवं उत्प्लावक बल का अन्तर है। भारहीनता की अवस्था में, यह अन्तर उपस्थित नहीं होता, इसलिये संवहन सम्भव नहीं है।

17. (b) प्रकथन एवं कारण दोनों सत्य हैं, परन्तु कारण, प्रकथन की सही व्याख्या नहीं करता है।

18. (c) स्वस्थ मनुष्य के शरीर का ताप $98.4°F$ है। यदि मनुष्य $98.4°F$ ताप पर स्थित लकड़ी या लोहे की गेंद को स्पर्श करता है, तो उसके शरीर से ऊष्मा का कोई प्रवाह नहीं होगा इसलिए वह दोनों को एक समान ठन्डा या गर्म महसूस करेगा।

19. (c) वीन के विस्थापन नियम के अनुसार, $\lambda_m \propto \frac{1}{T}$

इस प्रकार प्रकथन सत्य है तथा कारण असत्य है।

20. (e) यह आवश्यक नहीं है, कि सभी काले रंग की वस्तुएँ कृष्ण पिण्ड हैं। उदाहरण के लिए यदि हम चमकदार पॉलिश की गई काली सतह ले तो यह एक आदर्श कृष्ण पिण्ड की भाँति व्यवहार नहीं करता है कृष्ण पिण्ड इस पर आपतित सभी विकिरणों को अवशोषित कर लेता है।

21. (b) परिभाषा से, $R = \frac{(\theta_1 - \theta_2)}{Q/t} = \frac{l}{KA} \Rightarrow R \propto \frac{1}{K}$

22. (c) वास्तव में, विकिरण की प्रक्रिया के लिए किसी भी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है। ऊष्मीय विकिरण प्रकाश के वेग से गति करते हैं। अतः यह ऊष्मा संरचण की सबसे तेज विधा है।

ऊष्मीय विकिरण सरल रेखा में गति करते हैं।

23. (c) दो पतले कम्बलों को मिलाने पर इनके बीच वायु की एक कुचालक परत बन जाती है, जो ऊष्मा की कुचालक है। अतः ये समान मोटाई के एक कम्बल की तुलना में अधिक गर्म होता है।

24. (a) जब जानवरों को ठंड लगती है, तो वह सिकुडकर अपने शरीर को गोल कर लेता है। जिससे इसका पृष्ठीय क्षेत्रफल न्यूनतम हो जाता है। परिणामस्वरूप शरीर से ऊष्मा हानि भी न्यूनतम हो जाती है।

ऊष्मा संचरण

SET Self Evaluation Test - 15

1. 40 *cm* लम्बी छड़ *A* के सिरों का तापान्तर 80^oC तथा 60 *cm* लम्बी दूसरी छड़ *B* के सिरों का तापान्तर 90^oC है। दोनों छड़ें परस्पर बराबर अनुप्रस्थ काट की हैं। यदि दोनों छड़ों में ऊष्मा चालन की दरें परस्पर बराबर हों, तो छड़ों के पदार्थों के ऊष्मा चालकता गुणांकों का अनुपात होगा
   (a) 3 : 4 (b) 4 : 3
   (c) 1 : 2 (d) 2 : 1

2. विभिन्न पदार्थों के बने दो पात्र आकार तथा आकृति में बिल्कुल समान है। उनमें रखी हुयी बर्फ की समान मात्रा को पिघलने में क्रमशः 20 तथा 40 मिनट लगते हैं। इनके पदार्थों की ऊष्मा चालकताओं में अनुपात होगा [AFMC 1998]
   (a) 5 : 6 (b) 6 : 5
   (c) 3 : 1 (d) 2 : 1

3. स्थायी अवस्था में छड़ के सिरों का ताप 100^oC एवं 0^oC है, यदि छड़ की लम्बाई 20 सेमी है तो गर्म सिरे *A* से 6 सेमी की दूरी पर छड़ का ताप होगा
   (a) -30^oC (b) 70^oC
   (c) 5^oC (d) इनमें से कोई नहीं

4. समान आकार वाली चाँदी, ताँबा, पीतल एवं लकड़ी की छड़ों पर कागज लपेटकर उन्हें ज्वाला में गर्म किया जाता है। सबसे पहले कागज जलने लगेगा
   (a) चाँदी पर (b) ताँबे पर
   (c) पीतल पर (d) लकड़ी पर

5. लोहे के (ऊष्मा चालकता 0.2 CGS मात्रक) एक घनाकार टुकड़े के विपरीत फलक 100^oC की भाप एवं 0^oC की बर्फ में रखे गए हैं। यदि घन के फलक का क्षेत्रफल 4 सेमी· हो, तो 10 मिनिट में पिघली हुई बर्फ का द्रव्यमान होगा
   (a) 30 *gm* (b) 300 *gm*
   (c) 5 *gm* (d) 50 *gm*

6. MKS पद्धति में वीन नियतांक का मान 2892×10^{-6} MKS है, और चन्द्रमा के लिये λ_m = 14.46 माइक्रॉन है, तो चन्द्रमा की सतह का ताप होगा
   (a) 100 *K* (b) 300 *K*
   (c) 400 *K* (d) 200 *K*

7. यदि ताप $T_1 = 1000\ K$ पर, तरंगदैर्ध्य $1.4 \times 10^{-6} m$ हो, तब किस ताप पर तरंगदैर्ध्य $2.8 \times 10^{-6} m$ होगी [RPMT 2004]
   (a) 2000*K* (b) 500*K*
   (c) 250*K* (d) उपर्युक्त सभी

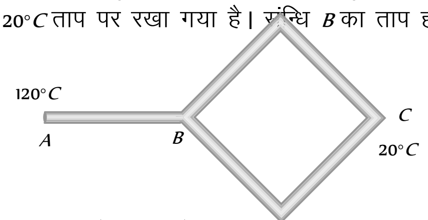
8. किसी तारे द्वारा उत्सर्जित अधिकतम तीव्रता की तरंगदैर्ध्य 289.8 *nm* है। तारे के लिए विकिरण तीव्रता है (स्टीफेन नियतांक = $5.67 \times 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}$, $b = 2898\ \mu mK$) [EAMCET 2001]
   (a) $5.67 \times 10^8\ W/m^2$ (b) $5.67 \times 10^{12} W/m^2$
   (c) $10.67 \times 10^7 W/m^2$ (d) $10.67 \times 10^{14} W/m^2$

9. दो मित्र *A* और *B*, दूसरे मित्र की चाय के लिये प्रतीक्षा कर रहे हैं। *A* ने चाय कप में लेकर ठण्डा दूध मिलाया और फिर प्रतीक्षा करने लगा। जबकि *B* भी कप में चाय लेता है और मित्र के आने पर उसमें ठण्डा दूध मिलाता है, तो चाय कौन से कप में अधिक गर्म होगी

   (a) *A*
   (b) *B*
   (c) दोनों कप में चाय समान ताप पर होगी
   (d) मित्र के कप में

10. एक ही पदार्थ के समान सतह के दो गोले *A* और *B* हैं। *A* का व्यास *B* के व्यास का आधा है। यदि इन्हें समान ताप तक गर्म करके ठण्डा होने के लिये समान अवस्था में रखा जाता है, तो
   (a) दोनों के ठण्डे होने की दर समान होगी
   (b) *A* के ठण्डे होने की दर *B* की अपेक्षा चार गुनी होगी
   (c) *A* के ठण्डे होने की दर *B* की अपेक्षा दो गुनी होगी
   (d) *A* के ठण्डे होने की दर *B* की अपेक्षा $\frac{1}{4}$ गुनी होगी

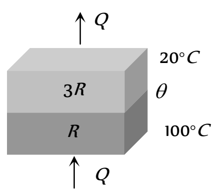
11. पाँच सर्वसम छड़ों को चित्रानुसार जोड़ा गया है, बिन्दु *A* व *C* को क्रमशः $120^\circ C$ एवं $20^\circ C$ ताप पर रखा गया है। संधि *B* का ताप होगा



   (a) $100^\circ C$
   (b) $80^\circ C$
   (c) $70^\circ C$
   (d) $0^\circ C$

12. क्या हम भू–कृत्रिम उपग्रह में जल को संवहन द्वारा उबाल सकते है
   (a) हाँ
   (b) नहीं
   (c) कुछ नहीं कहा जा सकता
   (d) जानकारी अपर्याप्त है

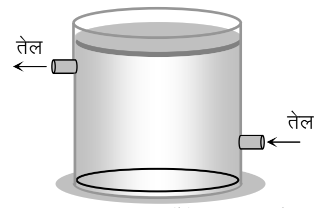
13. नीचे दिये गये चित्र में, दो कुचालक प्लेटें चित्रानुसार जुड़ी हैं। इनके ऊष्मीय प्रतिरोध *R* एवं 3*R* हैं। उभयनिष्ठ ताप θ है



   (a) $20^\circ C$
   (b) $60^\circ C$
   (c) $75^\circ C$
   (d) $80^\circ C$

14. एक ऊष्मारोधी बेलनाकार पात्र का ढक्कन एक चकती है जिसकी उत्सर्जकता 0.6 एवं मोटाई 1*cm* है। चित्रानुसार तेल प्रवाहित करके पात्र के ताप को स्थिर रखा गया है। यदि चकती की ऊपरी सतह

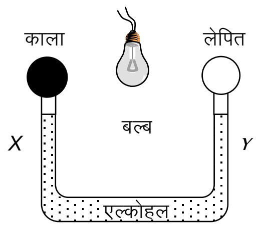
का ताप 127°*C* एवं वातावरण का ताप 27°*C* हो, तब वातावरण में विकिरण हानि की दर होगी ($\sigma = \frac{17}{3} \times 10^{-8} W/m^2K^4$)



(a) 595 *J/m × sec* (b) 595 *cal/m × sec*

(c) 991.0 *J/m × sec* (d) 440 *J/m × sec*

15. नीचे दिये गये चित्र में, दो वायु से भरे हुए बल्ब एक एल्कोहल से भरी U-नलिका से जुड़े हैं। जब दोनों बल्बों के बीच एक विद्युत बल्ब को जला दिया जाये, तब भुजाओं *X* व *Y* में एल्कोहल का स्तर किस तरह प्रभावित होगा



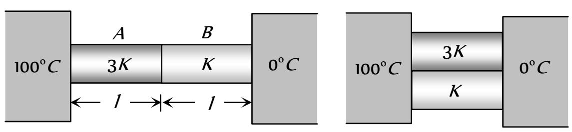
(a) भुजा *X* में एल्कोहल का स्तर गिरेगा, जबकि *Y* में बढ़ेगा

(b) भुजा *X* में एल्कोहल का स्तर बढ़ेगा, जबकि *Y* में गिरेगा

(c) दोनों भुजाओं में एल्कोहल स्तर गिरेगा

(d) दोनों भुजाओं में एल्कोहल के स्तर में कोई परिवर्तन नहीं होगा

16. समान लम्बाई व समान अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल की दो चालक छड़ें *A* व *B* (i) पहले श्रेणीक्रम में (ii) बाद में समान्तर क्रम में चित्रानुसार जोड़ी गयी है। दोनों स्थितियों में तापान्तर 100°*C* रखा गया है। यदि *A* की ऊष्मीय चालकता 3*K* एवं *B* की ऊष्मीय चालकता *K* हो, तब समान्तर क्रम एवं श्रेणीक्रम संयोजन में ऊष्मा प्रवाह की दरों का अनुपात होगा



(i) (ii)

(a) $\frac{16}{3}$ (b) $\frac{3}{16}$

(c) $\frac{1}{1}$ (d) $\frac{1}{3}$

17. किसी कमरे की एक खिड़की के कांच का क्षेत्रफल $10\ m^2$ है और मोटाई 2मिमी है, बाहर के तथा अन्दर के ताप क्रमशः 40^oC तथा 20^oC हैं। कांच की ऊष्मा चालकता MKS पद्धति में 0.2 है। प्रति सैकण्ड कमरे में ऊष्मा का संचार है [MP PMT 1989]

(a) 3×10^4 जूल (b) 2×10^4 जूल

(c) 30 जूल (d) 45 जूल

18. कृष्ण वस्तु से प्राप्त वर्णक्रम होता है [MP PMT 1989; RPET 2000]

(a) रेखीय वर्णक्रम (b) बैण्ड वर्णक्रम

(c) सतत् वर्णक्रम (d) रेखीय और बैण्ड वर्णक्रम

19. वीन का विस्थापन नियम, निम्न में से किसके बीच सम्बन्ध व्यक्त करता है [CBSE PMT 2002]

(a) आवृत्ति एवं ताप

(b) ताप एवं आयाम

(c) तरंगदैर्ध्य एवं कृष्ण पिण्ड की उत्सर्जन शक्ति

(d) अधिकतम ऊर्जा के संगत तरंगदैर्ध्य एवं ताप

20. एक कृष्ण वस्तु से 27^oC तथा 127^oC ताप पर उत्सर्जित विकिरण ऊर्जाओं का अनुपात होगा [AIIMS 2001]

(a) 3: 4 (b) 9 : 16

(c) 27 : 64 (d) 81: 256

21. एक पिण्ड को $30°$ तापक्रम वाले वातावरण में 62^oC से 61^oC तक ठंडा होने में *T* मिनट लगते हैं। इसी वातावरण के तापमान में 46°*C* से 45.5°*C* तक ठंडा होने में पिण्ड को लगने वाला समय होगा

(a) *T* मिनट से अधिक (b) *T* मिनट के बराबर

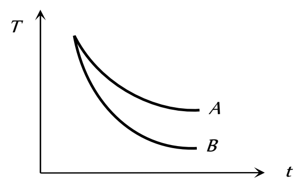
(c) *T* मिनट से कम (d) $T/2$ मिनट के बराबर

22. एक दीवार संपर्क में रखी दो सतहों *A* तथा *B* से बनी है। *A* व *B* दोनों अलग-अलग पदार्थ की हैं। उनकी मोटाईयाँ समान परन्तु *A* की ऊष्मा चालकता *B* की दुगनी है। ताप की स्थाई अवस्था में दीवार के सिरों का तापान्तर 60*K* हो तब सतह *A* के सिरों पर तापान्तर होगा [SCRA 1994; JIPMER 2001]

(a) 10 *K* (b) 20 *K*

(c) 30 *K* (d) 40 *K*

23. जल एवं तारपीन तेल (जल से कम विशिष्ट ऊष्मा) दोनों को समान ताप तक गर्म किया जाता है। अब दोनों की समान मात्रा को दो सर्वसम कैलोरीमीटरों में अलग–अलग लेकर वायु में रख दिया गया है, तब



(a) दोनों के शीतलन वक्र सर्वसम होंगे

(b) *A* व *B* क्रमशः जल एवं तारपीन तेल में शीतलन वक्रों को प्रदर्शित करते हैं

(c) *B* व *A* क्रमशः जल एवं तारपीन तेल के शीतलन वक्रों को प्रदर्शित करते हैं

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

AS Answers and Solutions

(SET -15)

1. (a) $\frac{dQ}{dt} = \frac{KA(\theta_1 - \theta_2)}{d}$

$\Rightarrow \frac{K_1 \Delta\theta_1}{l_1} = \frac{K_2 \Delta\theta_2}{l_2}$ ($\because$ $\frac{dQ}{dt}$ एवं A समान है)

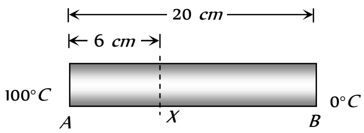
$\Rightarrow \frac{K_1 \times 80}{40} = \frac{K_2 \times 90}{60} \Rightarrow \frac{K_1}{K_2} = \frac{3}{4}$

2. (d) $\frac{Q}{t} = \frac{KA(\theta_1 - \theta_2)}{l} \Rightarrow \frac{mL}{t} = \frac{KA(\theta_1 - \theta_2)}{l}$

$\Rightarrow K \propto \frac{1}{t}$ ($\because$ शेष राशियॉ नियत है)

$\Rightarrow \frac{K_1}{K_2} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{40}{20} = \frac{2}{1}$.

3. (b) ताप की स्थायी अवस्था में ताप प्रवणता = नियत



$\Rightarrow \frac{(\theta_A - \theta_x)}{6} = \frac{(\theta_A - \theta_B)}{20} \Rightarrow (100 - \theta) = \frac{6}{20} \times (100 - 0)$

$\Rightarrow \theta_x = 70°C$

4. (d) चालक छड़ में, दी गई ऊष्मा संचरित हो जाती है, जिससे ज्वलन ताप शीघ्र प्राप्त नहीं होता है, जबकि कुचालक छड़ में ऊष्मा संचरित नहीं होती है।

5. (b) $Q = mL = KA\frac{(\theta_1 - \theta_2)}{l}t \Rightarrow m = \frac{1}{L} \times KA\frac{(\theta_1 - \theta_2)}{l} \times t$

$= \frac{1}{80} \times 0.2 \times 4 \times \frac{(100 - 0)}{\sqrt{4}} \times 10 \times 60$ ($\because l^2 = 4 \Rightarrow l = \sqrt{4}$)

$= \frac{0.2 \times 4 \times 100 \times 600}{80 \times 2} = 300\ gm$

6. (d) $\lambda_m T = 2892 \times 10^{-6} \Rightarrow T = \frac{2892 \times 10^{-6}}{14.46 \times 10^{-6}} = 200\ K$

7. (a) $\lambda_m \propto \frac{1}{T} \Rightarrow \lambda m_1 T_1 = \lambda m_2 T_2$

$\Rightarrow T_2 = \frac{\lambda m_1 T_1}{\lambda m_2} = \frac{1.4 \times 10^{-6} \times 1000}{2.8 \times 10^{-6}} = 2000\,K$

8. (a) हम जानते हैं $\lambda_{\max} T = b$

$\Rightarrow T = \frac{b}{\lambda_{\max}} = \frac{2898 \times 10^{-6}}{289.8 \times 10^{-9}} = 10^4 K$

स्टीफन नियम के अनुसार,

$E = \sigma T^4 = (5.67 \times 10^{-8})(10^4)^4 = 5.67 \times 10^8 W/m^2$

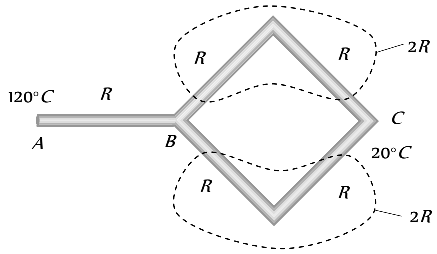
9. (a) ऊष्मा हानि की दर तापान्तर के अनुक्रमानुपाती होती है। कप A एवं वातावरण के बीच तापान्तर कम हो जाएगा। इसलिए इससे ऊष्मा हानि की दर कम हो जाएगी, अधिक तापान्तर के कारण कप B से ऊष्मा हानि की दर अधिक होगी। अतः कप A में B की तुलना चाय गर्म होगी।

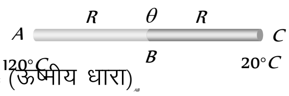
10. (c) शीतलन दर $R_C = \frac{A\varepsilon\sigma(T^4 - T_0^4)}{mc} = \frac{A\varepsilon\sigma(T^4 - T_0^4)}{V\rho C}$

$\Rightarrow R_C \propto \frac{A}{V} \propto \frac{1}{r} \propto \frac{1}{(\text{व्यास})}$ ($\because m = \rho V$)

चूँकि A का व्यास B की तुलना में आधा है, इसलिए A के शीतलन की दर B की तुलना में दोगुनी होगी।

11. (c) यदि प्रत्येक छड़ का ऊष्मीय प्रतिरोध R मानें तब दिये गये संयोजन को चित्रानुसार बनाया जा सकता है





(ऊष्मीय धारा)$_{AB}$ = (ऊष्मीय धारा)$_{BC}$

$\frac{(120 - 20)}{R} = \frac{(120 - \theta)}{R} \Rightarrow \theta = 70°C$

12. (b) नहीं, संवहन में तली का द्रव गर्म होकर हल्का हो जाता है एवं ऊपर की ओर आता है। अतः भार और उत्प्लावक बल के अन्तर के कारण संवहन होता है भारहीनता की अवस्था में यह अन्तर नहीं होता है। अतः संवहन संभव नहीं है।

13. (d) दोनों गुटकों के लिए $H_1 = H_2$ (H = ऊष्मा प्रवाह की दर)

$\Rightarrow \frac{(100 - \theta)}{R} = \frac{(\theta - 20)}{3R} \Rightarrow \theta = 80°C$

14. (a) प्रतिइकाई क्षेत्रफल से विकिरण द्वारा ऊर्जा हानि की दर $e = \varepsilon\sigma(T^4 - T_0^4)$

$= 0.6 \times \frac{17}{3} \times 10^{-8} \times [(400)^4 - (300)^4]$

$= 3.4 \times 10^{-8} \times (175 \times 10^8) = 3.4 \times 175 = 595\ J/m^2 \times \sec$

15. (a) काला बल्ब, पॉलिश किये गये बल्ब की तुलना में अधिक ऊष्मा अवशोषित करेगा। इसलिए काले बल्ब में वायु का अधिक प्रसार होगा। अतः भुजा X में एल्कोहल का तल गिरता है जब कि Y में गिरता है।

16. (a) ऊष्मीय धारा $H = \frac{\Delta\theta}{R} \Rightarrow \frac{H_P}{H_S} = \frac{R_S}{R_P}$

प्रथम स्थिति में : $R_S = R_1 + R_2 = \frac{l}{(3K)A} + \frac{l}{KA} = \frac{4}{3}\frac{l}{KA}$

द्वितीय स्थिति में : $R_P = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\frac{l}{(3K)A} \times \frac{l}{KA}}{\left(\frac{l}{(3K)A} + \frac{l}{KA}\right)} = \frac{l}{4KA}$

$\therefore \frac{H_P}{H_S} = \frac{\frac{4l}{3KA}}{\frac{l}{4KA}} = \frac{16}{3}$

17. (b) $\frac{Q}{t} = \frac{KA(\theta_1 - \theta_2)}{l} = \frac{0.2 \times 10 \times 20}{2 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^4 \, J/sec$

18. (c) सभी तरंगदैर्ध्य उत्सर्जित होंगी।

19. (d)

20. (d) $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1^4}{T_2^4} = \left(\frac{273+27}{273+127}\right)^4 = \left(\frac{300}{400}\right)^4 = \frac{81}{256}$

21. (b) प्रथम स्थिति में,

$\frac{62-61}{T} = K\left[\frac{62-61}{2} - 30°\right] \Rightarrow \frac{1}{T} = K[81.5]$ ...(i)

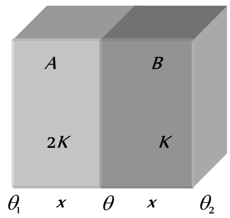
द्वितीय स्थिति में, माना प्रक्रिया में T' मिनट लगते हैं

$\frac{46-45.5}{T'} = K\left[\frac{46-45.5}{2} - 30\right] \frac{0.5}{T'} = K[15.75]$ ...(ii)

समीकरण (i) से (ii) का भाग देने पर $\frac{2T'}{T} = 2 \Rightarrow T' = T$

22. (b) माना परत B की चालकता K है, तब परत A की चालकता $2K$ होगी, एवं A व B के संयोजन की तुल्य चालकता

$K_s = \frac{2 \times 2K \times K}{(2K+K)} = \frac{4}{3}K$



अतः $\left(\frac{Q}{t}\right)_{\text{संयोजन}} = \left(\frac{Q}{t}\right)_A$

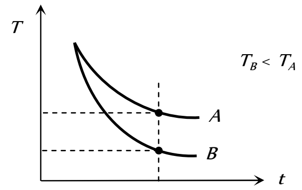
$\Rightarrow$

$\frac{4}{3} \frac{KA \times 60}{2x} = \frac{2K.A \times (\Delta\theta)_A}{x} \Rightarrow (\Delta\theta)_A = 20K$

23. (b) शीतलन दर $\propto \frac{1}{\text{विशिष्ट ऊष्मा (c)}}$

$\because c_{\text{तेल}} < c_{\text{जल}}$

$\Rightarrow$ (शीतलन दर)$_{\text{तेल}}$ > (शीतलन दर)$_{\text{जल}}$



यह स्पष्ट है कि एक निश्चित समय अन्तराल के बाद तेल का ताप जल के ताप से कम होगा।

अतः तेल के लिए शीतलन वक्र B एवं जल के लिए A होगा।

***