

ऊष्मा रूपान्तरण (HEAT TRANSFER)

उष्मीय चालकता :

$$\frac{dQ}{dt} = -KA \frac{dT}{dx}$$

ऊष्मीय प्रतिरोध :

$$R = \frac{l}{KA}$$

छड़ों का श्रेणी और समान्तर जोड़ :

(i) श्रेणी :

$$\frac{l_{eq}}{K_{eq}} = \frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2} + \dots$$

(ii) समान्तर :

$$K_{eq}A_{eq} = K_1A_1 + K_2A_2 + \dots$$

अवषोषण, परावर्तन के लिए

$$r+t+a=1$$

उत्सर्जन क्षमता :

$$E = \frac{\Delta U}{\Delta A \Delta t}$$

स्पेक्ट्रमी उत्सर्जन क्षमता :

$$E_\lambda = \frac{dE}{d\lambda}$$

उत्सर्जकता :

$$e = \frac{T_{\text{तापमान पर वस्तु की E}}}{T_{\text{तापमान पर काली वस्तु की E}}}$$

किरचोफ का नियम :

$$\frac{E(\text{वस्तु})}{a(\text{वस्तु})} = E(\text{काली वस्तु})$$

विन का विस्थापन नियम :

$$\lambda_m \cdot T = b$$

$$b = 0.282 \text{ cm-k}$$

स्टीफलन बोल्टजमैन का नियम :

$$u = \sigma T^4$$

$$s = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{k}^4$$

$$\Delta u = u - u_0 = e\sigma A(T^4 - T_0^4)$$

न्यूटन के शीतलन का नियम

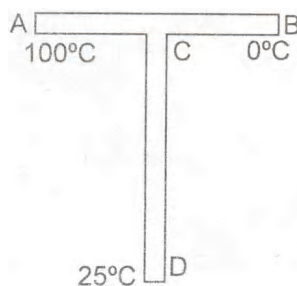
$$\frac{d\theta}{dt} = k(\theta - \theta_0); \theta = \theta_0 + (\theta_1 - \theta_0)e^{-kt}$$

Exercise # 1

PART – I : SUBJECTIVE QUESTIONS

SECTION (A) : रेखीय चालकों में स्थायी अवस्था में ऊष्मीय चालन (THERMAL CONDUCTION IN LINEAR CONDUCTORS AT STEADY STATE)

- A1. विमाओं $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 1\text{cm}$ की एक समरूप प्लेट, 10°C व 90°C के दो ऊष्मा धारकों के मध्य रखी जाती है जिसका अधिकतम क्षेत्रफल ऊष्मा धारकों को छूता है। पदार्थ की ऊष्मीय चालकता $0.80 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ है। प्लेट से प्रति सेकण्ड प्रवाहित ऊष्मा की मात्रा ज्ञात कीजिए।
- A2. 1.0m लम्बाई की स्टील ही छड़ ($K=42\text{J/m-s}^\circ\text{C}$) का एक सिरा 0°C पर बर्फ में रखा जाता है तथा दूसरा सिरा 100°C पर जल में रखा जाता है। छड़ का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल 0.04cm^2 है। वातावरण में ऊष्मीय हानि नहीं होती यह मानते हुये प्रति सेकण्ड पिघल रहे बर्फ का द्रव्यमान ज्ञात कीजिए। बर्फ के पिघलने की गुप्त ऊष्मा $=3.36 \times 10^5 \text{ J/kg}$ है।
- A3. तापीय प्रतिरोध 5.0K/W की एक छड़ CD समान छड़ AB के मध्य में चित्रानुसार जोड़ी जाती है। सिरों A, B तथा D का ताप क्रमशः 100°C , 0°C व 25°C है। CD ऊष्मीय धारा ज्ञात करो।



- A4. एक अर्द्धवृत्ताकार छड़ इसके सिरों पर समान पदार्थ व समान अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल की एक सीधी छड़ से जोड़ी जाती है। सीधी छड़ दूसरी छड़ का व्यास बनाती है। संधियों भिन्न-भिन्न तापों पर रखी जाती है। अर्द्धवृत्ताकार छड़ के अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल से व सीधी छड़ के अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल से दिये गये समय में पारित ऊष्मा का अनुपात ज्ञात कीजिए।
- A5. समान पृष्ठीय क्षेत्रफल परन्तु भिन्न चालकता k_1, k_2, k_3 एवं भिन्न मोटाई t_1, t_2, t_3 की तीन पट्टिकायें निकट सम्पर्क में रखी जाती है। स्थायी अवस्था के बाद यह संयोजन एक पट्टिका की तरह व्यवहार करता है। इसकी प्रभावी ऊष्मा चालकता ज्ञात कीजिये।

SECTION (B) : स्थायी अवस्था पर अरेखीय चालकों में ऊष्मा चालन (THERMAL CONDUCTION IN NONLINEAR CONDUCTORS AT STEADY STATE)

- B1. एक 5 सेमी. त्रिज्या के धातु के गोले के चारों ओर 20 सेमी त्रिज्या का धातु का संकेन्द्रीत खोखला गोला है। दोनों गोलों के मध्य अधात्वीय पदार्थ भरा है। आन्तरिक एक बाह्य गोले क्रमशः 50°C व 10°C पर रखे जाते हैं एवं यह पाया जाता है कि मध्य अधात्वीय गोले से बाह्य गोले की ओर 160π जूल ऊष्मा प्रति सेकण्ड प्रवाहित होती है। दोनों गोलों के मध्य के पदार्थ की ऊष्मीय चालकता ज्ञात कीजिये।
- B2. एक खोलली नली की लम्बाई l आन्तरिक त्रिज्या R_1 एवं बाह्य त्रिज्या R_2 है। पदार्थ की ऊष्मीय चालकता K है। यदि नली के अन्दर ताप T_1 व बाहर T_2 है तो नली की दीवारों से प्रवाहित ऊष्मा ज्ञात कीजिये। ($T_2 > T_1$)

SECTION (C) : उन चालको के द्वारा ऊष्मा चालन जिन्होंने स्थायी अवस्था प्राप्त नहीं की है। (THERMAL CONDUCTION THROUGH CONDUCTORS WHICH HAVE NOT ACHIEVED STEADY STATE)

- C1. अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल 1.0cm^2 की एक धातु की छड़ एक सिरे पर गर्म की जाती है। किसी समय अनुप्रस्थ काट A पर ताप प्रवणता $5.0^\circ\text{C}/\text{सेमी}$ एवं अनुप्रस्थ काट B पर ताप प्रवणता $2.6^\circ\text{C}/\text{सेमी}$ है। वह दर ज्ञात कीजिये जिस पर छड़ के AB भाग में ताप बढ़ रहा है। भाग AB की उष्मीय धारिता $0.40\text{J}/^\circ\text{C}$, छड़ के पदार्थ की ऊष्मीय चालकता $200\text{W}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ है। वातावरण में ऊष्मा हानि को नगण्य मानिये।

SECTION (D) : विकिरण, स्टीफन का नियम एवं वीन का नियम (RADIATION, STEFEN'S LAW AND WEIN'S LAW)

- D1. जब किसी वस्तु पर विकिरण के q_1 जूल आपतित होते हैं तो यह इसके q_2 जूल परावर्तित या पारगमित बरती है। वस्तु की उत्सर्जकता क्षमता ज्ञात कीजिये।
- D2. 1 सेमी² पृष्ठीय क्षेत्रफल की एक कृष्णिका एक बन्द पात्र में रखी है। बन्द पात्र का नियत ताप 27°C है एवं कृष्णिका को विद्युत द्वारा ऊष्मा देकर 327°C पर रखा जाता है ताप को बनाये रखने के लिए कितनी विद्युत शक्ति चाहिये ?
 $\sigma = 6.0 \times 10^{-8} \text{ W}/\text{m}^2 - \text{K}^4$
- D3. उस ताप का अनुमान लगाइये जिस पर वस्तु नीली या लाल दिखाई देती है। इनके लिये $\lambda_{\text{मध्य}}$ क्रमशः 5000 एवं 7500Å है। [दिया गया है वीन का नियतांक $b=0.3\text{cm K}$]

SECTION (E) : न्यूटन का शीतलन का नियम (NEWTON'S LAW OF COOLING)

- E1. एक द्रव 70°C से 60°C तक 5 मिनट में ठंडा होता है। वह समय ज्ञात कीजिये जिसमें यह और 50°C तक ठंडा होता है। यदि इसके प्रतिवेष (वातावरण) का ताप 30°C पर नियत रखा जाता है।

PART – II : OBJECTIVE QUESTIONS

*Marked are more than one correct options.

SECTION(A) : रेखीय चालकों में स्थायी अवस्था में ऊष्मीय चालन (THERMAL CONDUCTION IN LINEAR CONDUCTORS AT STEADY STATE)

- A1. एक दीवार की दो परतें A व B हैं प्रत्येक भिन्न पदार्थ की बनी है। दोनों परतों की मोटाई समान है। A की ऊष्मा चालकता, B से दुगुनी है। स्थायी अवस्था में पूरी दीवार पर तापान्तर 36°C है तो A दीवार पर तापान्तर है –
 (A) 6°C (B) 12°C (C) 18°C (D) 24°C

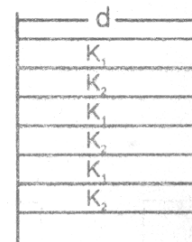
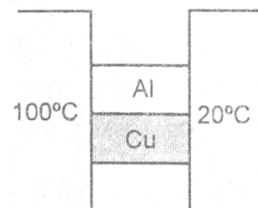
- A2. 3 सेमी किनारे के दो धात्विय घन तांबे व ऐल्युमिनियम के चित्रानुसार व्यवस्थित है –
 ($K_{\text{Cu}} = 385 \text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$, $K_{\text{Al}} = 209 \text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$)

- (a) एक कुण्ड से दूसरे की ओर ऊष्मीय धारा है –
 (A) $1.42 \times 10^3 \text{ W}$ (B) $2.53 \times 10^3 \text{ W}$
 (C) $1.53 \times 10^4 \text{ W}$ (D) $2.53 \times 10^4 \text{ W}$

- (b) तांबे के घन द्वारा लेजायी गई व ऐल्युमिनियम के घन द्वारा ले जायी गई ऊष्मीय धारा का अनुपात है –
 (A) 1.79 (B) 1.69 (C) 1.54 (D) 1.84

- A 3. एक दीवार में एक के बाद एक 'd' लम्बाई व ऊष्मीय चालकता गुणांक k_1 व k_2 के गुटके एकान्तर रूप से रखे हैं। गुटकों का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल समान है। बायें व दायें ओर के मध्य दीवार का तुल्य ऊष्मा चालकता गुणांक है –

- (A) $K_1 + K_2$ (B) $\frac{(k_1 + k_2)}{2}$ (C) $\frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$ (D) $\frac{2k_1 k_2}{k_1 + k_2}$



- A4. एक वाष्पक (Boiler) 2.4mm मोटी तांबे की प्लेट से बना है जिसके अन्दर 0.2mm मोटी टिन की परत है। 700°C की गैसों के सम्पर्क में 400cm² का पृष्ठीय क्षेत्रफल है। वायुमण्डलीय दाब पर प्रति घण्टा उत्पन्न वाष्प की अधिकतम मात्रा है।
(K_{CU} = 0.9 और K_{tin} = 0.15cal/cm/s/°C और L_{steam} = 540cal/g)
(A) 5000 Kg (B) 1000kg (C) 4000kg (D) 200kg
- A5. एक झील की सतह वातावरण जिसका ताप <0°C है में खुली है। सतह पर बनी बर्फ की परत 2 सेमी से 4 सेमी तक बढ़ने में 1 घण्टा लगता है तो, वातावरण का ताप होगा (बर्फ की ऊष्मा चालकता K=4×10⁻³cal/cm/s/°C; बर्फ का घनत्व =0.9gm/cc. है। बर्फ के गलन की गुप्त ऊष्मा =80cal/gm है। अवस्था परिवर्तन में घनत्व परिवर्तन को नगण्य मानिये। बर्फ के नीचे जल का ताप प्रत्येक स्थान पर 0°C मानिये।)
(A) -20°C (B) 0°C (C) -30°C (D) -15°C

SECTION(B) : स्थायी अवस्था पर अरेखीय चालकों में ऊष्मा चालन (THERMAL CONDUCTION IN NONLINEAR CONDUCTORS AT STEADY STATE)

- B 1. आन्तरिक त्रिज्या R₁ व बाह्य त्रिज्या R₂ के एक गोलीय कोष के द्वारा ऊष्मा त्रिज्यीय बाहर की ओर प्रवाहित होती है। कोष की आन्तरिक सतह का ताप θ₁ है। कोष के केन्द्र से त्रिज्यीय दूरी जहाँ ताप θ₁ व θ₂ का माध्य है –
(A) $\frac{R_1 + R_2}{2}$ (B) $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ (C) $\frac{2R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ (D) $R_1 + \frac{R_2}{2}$

SECTION(C) : विकिरण, स्टीफन का नियम व वीन का नियम (RADIATION, STEFEN'S LAW AND WEIN'S LAW)

- C1*. किरचोक के नियम के अनुसार (प्रत्येक case में पारगमनता t→0 मानिये) –
(A) खराब अवषोषक खराब उत्सर्जक है। (B) खराब अवषोषक अच्छा परावर्तक है।
(C) खराब परावर्तक अच्छा उत्सर्जक है। (D) खराब उत्सर्जक अच्छा अवषोषक है।
- C2*. समान पदार्थ व एक जैसी बाह्य सतह के एक खोखला व एक ठोस गोला समान स्थितियों में, समान ताप तथा समान समय पर गर्म किये जाते हैं। (दोनों e, a एक समान है।)
(A) प्रारम्भ में दोनों प्रति इकाई समय में विकिरण की समान मात्रा उत्सर्जित करेंगे।
(B) प्रारम्भ में दोनों प्रति इकाई समय में विकिरण की समान मात्रा अवषोषित करेंगे।
(C) दोनों गोलों के ताप हास की दर (eT/dt) समान होगी।
(D) किसी समय दोनों गोलों का ताप समान होगा।
- C3. एक धातु का टुकड़ा जिसकी त्रिज्या 0.08 मी एवं द्रव्यमान m=10kg है को 227°C तक गर्म किया जाता है एवं एक बक्सा जिसकी दीवारों का ताप 27°C है के अन्दर लटकाया जाता है अधिकतम दर जिस पर इसका ताप गिरेगा –
(दिया है e=1, स्टीफन नियतांक σ = 5.8×10⁻⁸W/m⁻²K⁻⁴ एवं धातु की विषिष्ट ऊष्मा s=90cal/kg/deg J=4.2 जूल/केलरी लीजिये)
(A) 0.055°C/sec (B) 0.066°C/sec (C) 0.044°C/sec (D) 0.03°C/sec

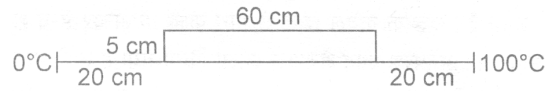
Exercise # 2

PART – 1 : SUBJECTIVE QUESTIONS

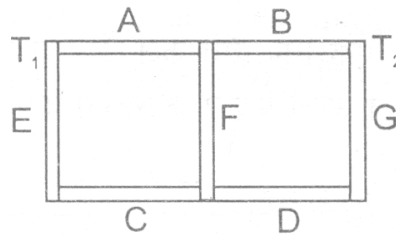
1. चित्र में एक ऐल्युमिनियम की छड़ तांबे की छड़ से जुड़ी है प्रत्येक छड़ की लम्बाई 20 सेमी. एवं अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल 0.20 सेमी^2 है। संधि का ताप 40°C व सिरों का ताप 80°C रखा जाता है। स्थायी अवस्था आने के बाद ठण्डी संधि पर एक मिनट में बाहर निकाली गई ऊष्मा की मात्रा ज्ञात कीजिये। चालकताएँ हैं $K_{Al}=200\text{W/m}^\circ\text{C}$ तथा $K_{Cu}=400\text{W/m}^\circ\text{C}$.



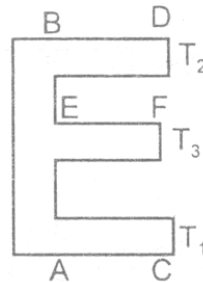
2. चित्र में दी गई स्थिति पर विचार कीजिए। फ़ेम एक ही पदार्थ का बना है व सभी जगह अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल समरूप है। मुड़े हुए भाग के अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल से प्रति सेकण्ड प्रवाहित ऊष्मा की मात्रा ज्ञात कीजिए यदि 100°C पर सिरों से निकाली गई प्रति सेकण्ड कुल ऊष्मा 130J है।



3. सात छड़े A, B, C, D, E, F एवं G चित्रानुसार जोड़ी जाती है। सभी छड़ों का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A व लम्बाई l समान है। छड़ों की ऊष्मीय चालकताएँ हैं, $K_A = K_C = K_O, K_B = K_D = 2K_O, K_E = 3K_O, K_F = 4K_O$ तथा $K_G = 5K_O$ छड़ E नियत ताप T_1 पर रखी जाती है व छड़ G नियत ताप $T_2 (T_2 > T_1)$ पर रखी जाती है (a) प्रदर्शित कीजिये कि छड़ F का एक समान ताप $T = (T_1 + 2T_2)/3$ है। (b) स्रोत जो T_2 ताप बनाये रखता है से प्रवाहित ऊष्मा की दर ज्ञात कीजिये।

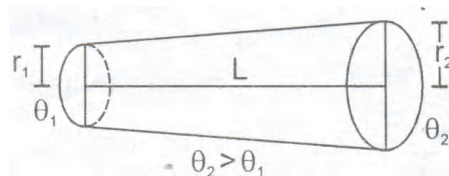


4. चार पतली एक सामान छड़े AB, AC, BD व EF समान पदार्थ की है, चित्रानुसार जोड़ी जाती है। मुक्त सिरों C, D व F क्रमशः T_1, T_2 व T_3 पर हैं। वातावरण में ऊष्मा हानि नहीं होती यह मानते हुए, स्थायी अवस्था के बाद संधि E का ताप ज्ञात कीजिये।

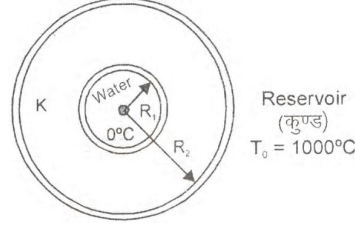


5. समरूप अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल व 1.45 मी. लम्बाई की एक तांबे की छड़ का एक सिरा 0°C पर बर्फ के व दूसरा सिरा 100°C पर जल के सम्पर्क में रखा जाता है। इसकी लम्बाई के अनुदिश उस बिन्दु की स्थिति ज्ञात कीजिये जहां 200°C का ताप रखा जाये ताकि स्थायी अवस्था में पिघल रहे बर्फ का द्रव्यमान समान समयान्तराल में उत्पन्न वाष्प के बराबर हो। [सम्पूर्ण निकाय को वातावरण या प्रतिवेष से अवरुद्ध मानिये]। ($L_v=540\text{cal/g}$ $L_f=80\text{cal/g}$)

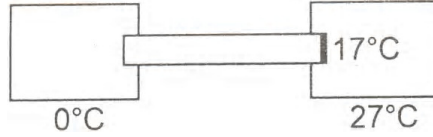
6. चित्र में दर्शायी छड़ के अनुप्रस्थ काट से ऊष्मा प्रवाह की दर ज्ञात कीजिये ($\theta_2 > \theta_1$)। छड़ के पदार्थ की ऊष्मीय चालकता K है।



7. आन्तरिक त्रिज्या $R_1=0.25$ मी. व बाह्य त्रिज्या $R_2=0.50$ मी. का खोखला चालक गोला $T_0=1000^\circ\text{C}$ ताप के ऊष्मीय कुण्ड (reservoir) के अन्दर रखा जाता है। प्रारम्भ में गोलीय कोष में 0°C पर जल भरा जाता है। पदार्थ की ऊष्मीय चालकता $k = \frac{10^2}{4\pi} \text{W/m-K}$ है पानी का ताप 100°C तब बढ़ने में लगा समय ज्ञात कीजिये। जल की विषिष्ट ऊष्मा $s = 4.2 \text{kJ/kg}^\circ\text{C}$, $d_w = 1000 \text{kg/m}^3$ है।



8. लम्बाई 50 सेमी व अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल 1समी^2 की एक बेलनाकार छड़ 0°C पर बर्फ के एक बड़े कक्ष व 27°C पर एक निर्वातित कक्ष के मध्य चित्रानुसार जोड़ी जाती है। छड़ के केवल छोटे से भाग कक्षों के अन्दर हैं व शेष भाग वातावरण से ऊष्मीय रूप से विलगित है। निर्वातित कक्ष के अन्दर का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल काला किया गया है ताकि यह इस पर आपतित किसी भी विकिरण को पूर्ण रूप से अवशोषित करले। स्थायी अवस्था के बाद काले सिरे का ताप 17°C है। स्टीफन नियतांक $\sigma = 6 \times 10^{-8} \text{W.m}^2 - \text{K}^4$ है। छड़ के पदार्थ ऊष्मा चालकता ज्ञात कीजिये।

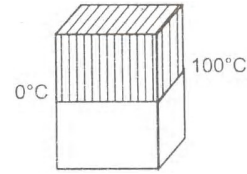
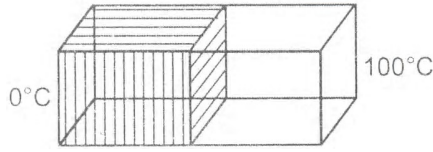


9. 1.0 सेमी त्रिज्या का एक टंगस्टन का गोला एक निर्वातित कक्ष में रखा है जिस कक्ष का ताप 300K है। गोले को विद्युत ऊष्मा द्वारा 1000K पर रखा जाता है। विद्युत उर्जा प्रदान करने की दर ज्ञात कीजिये। टंगस्टन की उत्सर्जकता 0.30 एवं स्टीफन नियतांक $\sigma = 6.0 \times 10^{-8} \text{W.m}^2 - \text{K}^4$
10. ऐल्यूमिनियम का एक ठोस गोला व दुगुनी त्रिज्या का तांबे का एक ठोस गोला समान ताप तक गर्म किये जाते हैं एवं समान प्रतिवेष (वातावरण) ताप में ठंडे होने दिये जाते हैं। दोनों गोलों की उत्सर्जकता समान मानिये। ज्ञात करो।
 (a) ऐल्यूमिनियम के गोले की ताप हास की दर व तांबे के गोले की ताप हास की दर का अनुपात। ऐल्यूमिनियम की विषिष्ट ऊष्मा धारिता $= 900 \text{J/kg}^\circ\text{C}$ एवं तांबे की $390 \text{J/kg}^\circ\text{C}$ तांबे का घनत्व ऐल्यूमिनियम के घनत्व का 3.4 गुना है।
11. ताप θ_0 के वातावरण में गर्म वस्तु न्यूटन के शीतलन के नियम $\frac{d\theta}{dt} = -k(\theta - \theta_0)$ का पालन करती है। $t=0$ पर इसका ताप θ_1 है। वस्तु की विषिष्ट ऊष्मा धारिता S व इसका द्रव्यमान m है। (a) अधिकतम ऊष्मा जो वस्तु क्षय कर सकती है व (b) $t=0$ से प्रारम्भ करके वह समय जिसमें वस्तु इसकी अधिकतम ऊष्मा का 90% क्षय कर देती

PART – II : OBJECTIVE QUESTIONS

*Marked are more than one correct options.

1. धातु की दो वर्गाकार छड़ें सिरों से सिरों द्वारा (a). चित्रानुसार जोड़ी जाती है, यह मानियें कि छड़ों द्वारा 2 मिनट में 10 कैलोरी ऊष्मा प्रवाहित होती है। जब छड़े (b) चित्रानुसार जोड़ी है तो छड़ों द्वारा 10 कैलोरी ऊष्मा प्रवाहित होने में समय लगेगा।

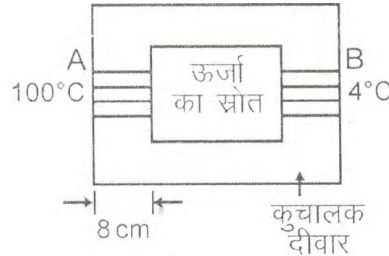


- (A) 0.75 Min (B) 0.5 Min (c) 1.5 Min (D) 1 Min

2. 20 सेमी लम्बी एवं 4 सेमी व्यास की प्रत्येक तांबे, ऐल्युमिनियम व पीतल से बनी धातु की तीन छड़ों को सिरों से सिरों द्वारा जोड़कर ऐल्युमिनियम को अन्य दो मध्य रखा जाता है। तांबे व पीतल के मुक्त सिरों के ताप क्रमशः 100°C व 0°C रखे जाते हैं। यह मानिये कि तांबे की ऊष्मीय चालकता ऐलमिनियम की दुगुनी व पीतल की चार गुनी है। तांबा-ऐल्युमिनियम व ऐल्युमिनियम-पीतल संधियों के ताप साम्यवास्था में क्रमशः है –

- (A) 68°C तथा 75°C (B) 75°C तथा 68°C
 (C) 57°C तथा 86°C (D) 86°C तथा 57°C

3. एक घनाकार बन्द बक्सा पूर्ण रूप से कुचालक पदार्थ की 8 सेमी मोटी दीवारों से बना है एवं ऊष्मा के अन्दर जाने या बाहर निकलने के लिए धातु के दो ठोस बेलनाकार प्लग प्रत्येक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल 12 सेमी^2 व लम्बाई 8 सेमी के, बक्से की आमने सामने की दीवारों पर लगे है। एक प्लग की बाह्य सतह A, 100°C पर रखी जाती है जबकि दूसरे प्लग की बाह्य सतह B, 4°C पर रखी जाती है। प्लग के पदार्थ की ऊष्मीय चालकता $0.5\text{cal}^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ है 36cal/s ऊर्जा उत्पन्न कर रहा एक स्रोत बक्से के अन्दर है। आन्तरिक सतह के सभी बिन्दुओं का ताप समान मानते हुए बक्से की आन्तरिक सतह का साम्यावस्था ताप है –



- (A) 62°C (B) 46°C (C) 76°C (D) 52°C

4. एक खिड़की के दरवाजे के दो नमूने (Model) बनाये जाते हैं। एक नमूने में 3 mm मोटे एक जैसे दो कांच 3 mm के वायु अन्तराल द्वारा अलग करके लगाये जाते हैं यह पूरा निकाय कमरे की खिड़की में लगाया जाता है। दूसरे नमूने की एक खिड़की में लगाया जाता है। दूसरे नमूने में केवल 3 mm मोटा एक कांच लगाया जाता है। इसके व प्रथम नमूने दोनों में तापान्तर समान है तो दोहरे कांच व इकहरे कांच वाले दरवाजे से ऊष्मा प्रवाह का अनुपात है
 ($K_{\text{glass}} = 2.5 \times 10^{-4}\text{cal/s.m.}^{\circ}\text{C}$ and $K_{\text{air}} = 6.2 \times 10^{-6}\text{cal/s.m.}^{\circ}\text{C}$)

- (A) 1/20 (B) 1/70 (C) 1/100 (D) 1/50

5. एक तांबे का गोला जिसकी आन्तरिक त्रिज्या 3 सेमी. बाह्य त्रिज्या 6 सेमी, घनत्व $\rho = 9 \times 10^3\text{kg/m}^3$, विषिष्ट ऊष्मा $s = 4 \times 10^3\text{J/kgK}$ एवं उत्सर्जकता $e=0.4$ को 727°C से 227°C तक ठण्डा होने में व्यतीत समय होगा जबकि वातावरण का ताप 0°K , है (आन्तरिक सतह के लिए $e=1$ स्टीन नियतांक $\sigma = 5.6 \times 10^{-8}\text{W/m}^2\text{K}^4$)

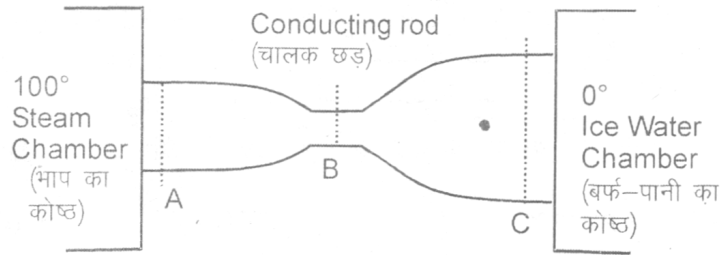
- (A) $6.48 \times 10^4\text{ sec}$ (B) $6.48 \times 10^3\text{ sec}$ (C) $6.48 \times 10^5\text{ sec}$ (D) $6.48 \times 10^2\text{ sec}$

6. दो वस्तुओं A व B की ऊष्मीय उत्सर्जकता क्रमशः 0.01 व 0.81 है। दोनों वस्तुओं का बाह्य पृष्ठीय क्षेत्रफल समान है। दोनों वस्तुएँ कुल विकिरण शक्ति समान दर से उत्सर्जित करती हैं। B से विकिरण में अधिकतम स्पेक्ट्रमी विकिरणता के संगत तरंगदैर्घ्य λ_B से विकिरण में अधिकतम स्पेक्ट्रमी विकिरणता के संगत तरंगदैर्घ्य λ_A से $1.00\mu\text{m}$ से विस्थापित होती है। यदि A का ताप 5802 K है तो— [JEE 94,2]
 (A) B का ताप 1934 K (B) $\lambda_B = 1.5\mu\text{m}$
 (C) B का ताप 11604 K (D) B का ताप 2901 K है।
- 7*. पृथ्वी का सौर नियतांक 's' है। सूर्य की सतह का ताप T.K. है। सूर्य पृथ्वी पर ' θ ' कोण (अल्प) बनाता है, सही विकल्प है —
 (A) $s \propto T^2$ (B) $s \propto T^4$ (C) $s \propto \theta^2$ (D) $s \propto \theta$
8. एक गोलीय कृष्णिका जिसकी त्रिज्या r है, H शक्ति विकिरित करती है एवं इसकी शीतलन की दर C है यदि घनत्व नियत है तो निम्न में कौनसा/से सत्य है —
 (A) $H \propto r$ तथा $c \propto r^2$ (B) $H \propto r^2$ तथा $c \propto \frac{1}{r}$
 (C) $H \propto r$ तथा $c \propto \frac{1}{r}$ (D) $H \propto r^2$ तथा $c \propto r^2$
- 9*. एक गर्म वस्तु विकिरण उत्सर्जित करती है जिसकी तीव्रता v_m आवृत्ति पर अधिकतम है। यदि वस्तु का ताप दुगुना किया जाता है तो
 (A) अधिकतम तीव्रता की विकिरण, $2v_m$ आवृत्ति पर होगी।
 (B) अधिकतम तीव्रता की विकिरण v_m आवृत्ति पर होगी।
 (C) उत्सर्जित कुल ऊर्जा 16 गुना हो जायेगी।
 (D) उत्सर्जित कुल ऊर्जा 2 गुना हो जायेगी।

Exercise # 3

PART – I : MATCH THE COLUMN

1. असमरूप अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल की एक तांबे की छड़ (प्रारम्भ में कमरे के तापमान 20°C पर) को भाप के कोष्ठ (100°C पर) तथा बर्फ-पानी कोष्ठ (0°C पर) के बीच रखा गया है :-



Column – I

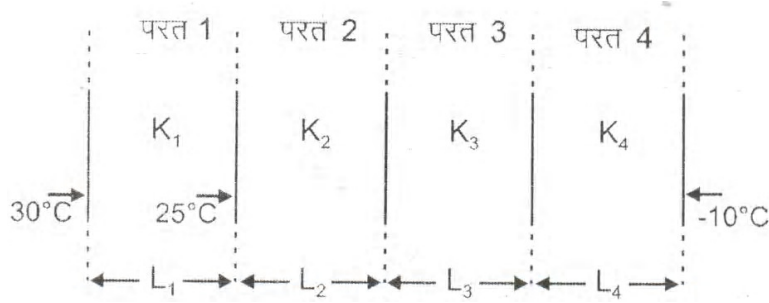
Column-II

- | | |
|---|---------------------------|
| (A) प्रारम्भिक ऊष्मा प्रवाह की दर $\left(\frac{dQ}{dt}\right)$ होगी | (p) भाग A पर अधिकतम |
| (B) नियत अवस्था में ऊष्मा प्रवाह की दर $\left(\frac{dQ}{dt}\right)$ होगी | (q) भाग B पर अधिकतम |
| (C) नियत अवस्था में तापमान में परिवर्तन $\left[\left(\frac{dT}{dx}\right)\right]$ होगा | (r) भाग C पर न्यूनतम |
| (D) नियत अवस्था पर तापमान में परिवर्तन की दर $\left(\frac{dT}{dt}\right)$ किसी बिन्दु पर होगी | (s) भाग B पर न्यूनतम |
| | (t) सभी भागों के लिए समान |

PART – II : COMPREHENSION

Comprehension # 1

चार परतों वाली दीवार की अनुप्रस्थ काट चित्र में प्रदर्शित है। जिनकी ऊष्मीय चालकता $K_1=0.06\text{W/mK}$; $K_3=0.04\text{W/mK}$ तथा $K_4=0.10\text{W/mK}$ है। The temperature of interfaces is as shown in figure. परतों की मोटाई $L_1=1.5\text{cm}$; $L_3=2.8\text{cm}$ तथा $L_4=3.5\text{cm}$ है। दीवार से ऊर्जा प्रवाह नियत है।

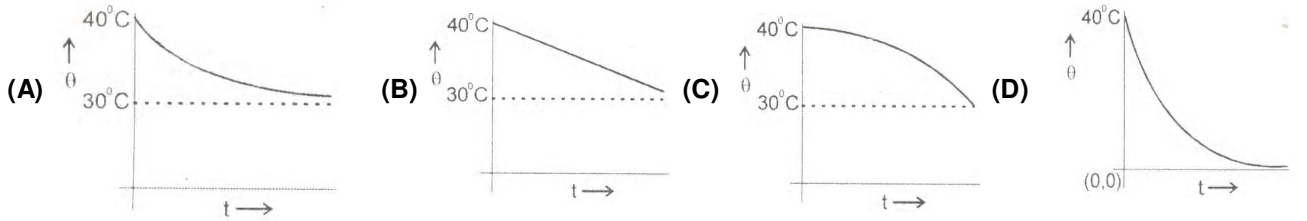


- परत 3 और 4 की सम्पर्कित सतह पर तापमान है :
 (A) -1°C (B) -3°C (C) 2°C (D) 0°C
- परत 2 व 3 के मध्य सम्पर्कित सतह का तापमान है :
 (A) 11°C (B) 8°C (C) 7.2°C (D) 5.4°C
- यदि L_2 परत की मोटाई 1.4 सेमी हो तो इसकी ऊष्मीय चालकता K_2 का मान (W/m में K) होगा :
 (A) 2×10^{-2} (B) 2×10^{-3} (C) 4×10^{-2} (D) 4×10^{-3}

Comprehension # 2

30°C नियत तापमान के वातावरण में एक वस्तु ठण्डी होती है। ऊष्मा धारिता $2 \text{ J/}^\circ\text{C}$ है। वस्तु का प्रारम्भिक तापमान 40°C है। माना कि न्यूटन का शीतलन का नियम यहां मान्य होता है। वस्तु 10 मिनट में 38°C तक ठण्डी होती है।

- अगले 10 मिनट में यह 38°C तक ठण्डी हो जाएगी –
 (A) 36°C (B) 36.4°C (C) 37°C (D) 37.5°C
- वस्तु का $^\circ\text{C}$ में तापमान θ द्वारा प्रदर्शित है θ का समय t के साथ परिवर्तन का सही प्रदर्शन है



- जब वस्तु का ताप 38°C पहुँचता है तो इसको दुबारा इस प्रकार गर्म करते हैं कि इसका तापमान 10 मिनट में 40°C हो जाता है तो वस्तु के लिए हीटर से प्राप्त कुल ऊष्मा होगी –
 (A) 3.6 J (B) 0.364 J (C) 8 J (D) 4

PART-III : ASSERTION / REASON

8. वक्तव्य-1: समान आकार तथा भिन्न-भिन्न ऊष्मा चालकताओं K_1 तथा K_2 की दो ठोस बेलनाकार छड़ों श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है। तो दो छड़ निकाय की तुल्य ऊष्मा चालकता दोनों छड़ों में से कम ऊष्मा चालकता वाली छड़ की ऊष्मा चालकता से कम होगी।

वक्तव्य-2: श्रेणीक्रम में जुड़ी समान आकार तथा भिन्न ऊष्मा चालकताओं K_1 तथा K_2 की दो बेलनाकार छड़ों के लिए, तुल्य ऊष्मा चालकता दी जाती है।

$$\frac{2}{K} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}$$

- (A) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है ; वक्तव्य-2, वक्तव्य-1 का सही स्पष्टीकरण है।
(B) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है ; वक्तव्य-2, वक्तव्य-1 का सही स्पष्टीकरण नहीं है।
(C) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 असत्य है।
(D) वक्तव्य-1 असत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है
9. वक्तव्य-1 : कृष्णिका का ताप बढ़ने पर, वह तरंग दैर्घ्य संगत स्पेक्ट्रमी तीव्रता (E_λ) अधिकतम होती है वह तरंगदैर्घ्य घटती है।
वक्तव्य -2 : वह तरंगदैर्घ्य जिसके संगत कृष्णिका की स्पेक्ट्रमी तीव्रता अधिकतम होती है वह स्पेक्ट्रमी तीव्रता इसके परम ताप के चतुर्थ घात के समानुपाती होती है।
(A) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है ; वक्तव्य-2, वक्तव्य-1 का सही स्पष्टीकरण है।
(B) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है ; वक्तव्य-2, वक्तव्य-1 का सही स्पष्टीकरण नहीं है।
(C) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 असत्य है।
(D) वक्तव्य-1 असत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है

PART-IV : TRUE / FALSE

10. State true / false
- (i) एक ही पदार्थ के दो गोलों की त्रिज्यायें 1m व 4m तथा ताप क्रमशः 4000K एवं 2000K है। दोनों गोलों द्वारा प्रति सेकण्ड उत्सर्जित ऊर्जा समान है। (सत्य/असत्य)
- (ii) वस्तु की सतह का खुरदरापन बढ़ाने से, इसकी अवशोषकता बढ़ती है।
- (iii) समान ताप पर सामान्यतः भैंसे की उत्सर्जन क्षमता गाय से ज्यादा होती है।

PART-V : FILL IN THE BLANKS

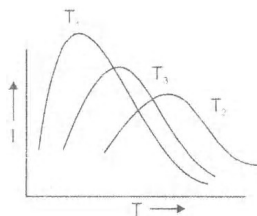
11. Fill in the blanks :
- (i) यह ज्ञात है कि कमरे के अन्दर ताप $+20^\circ\text{C}$ होता है तो बाह्य ताप -20°C है। जब कमरे के अन्दर ताप $+10^\circ\text{C}$ हो तो बाह्य ताप -40°C है यदि न्यूटन का शीतलन नियम मान्य है तो कमरे में रेडियेटर (विकिरक) का ताप होगा?
- (ii) एक कृष्णिका का परमताप 1% बढ़ाया जाता है, इसके द्वारा उत्सर्जित विकिरण की मात्रा में वृद्धि %होगी।

Exercise # 4

JEE PROBLEMS (LAST 10 YEARS)

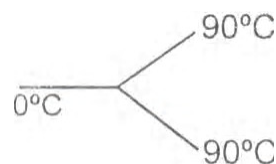
*Marked are more than one correct options.

1. एक द्वितलीय खिड़की एक कमरे को बाहर से ऊष्मारोधी बनाने के काम में ली जाती है, जिसमें कांच की दो शीट 1 मी.² क्षेत्रफल व 0.01 मोटाई की, 0.5 मी. मोटे वायु अन्तराल पर लगी है। स्थायी अवस्था में कमरे व कांच की आन्तरिक सतह व कांच व बाह्य सतह क्रमशः 27°C व 0°C नियत ताप पर है। खिड़की के तल से ऊष्मा प्रवाह की दर ज्ञात कीजिये। अन्य सतहों के ताप भी ज्ञात कीजिये। कांच व वायु की ऊष्मीय चालकताएँ क्रमशः 0.8 व 0.08Wm⁻¹K⁻¹ है। [JEE 97,5]
2. ऊष्मा धारिता C की एक ठोस वस्तु X, T_A=300K ताप के वातावरण में रखी जाती है। t=0 समय पर X का ताप T₀=400K है। यह न्यूनटन के शीतलन के नियम से ठण्डी होती है। समय t₁ पर ताप 350K है। इस समय t₁ पर वस्तु X वातावरण के ताप T_A पर एक बड़े सन्दूक y से एक चालक छड़ द्वारा जोड़ी जाती है जिसकी लम्बाई L, अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A व ऊष्मीय चालकता K है। y की ऊष्मीय धारिता इतनी अधिक है कि इसके ताप में परिवर्तन नगण्य माना जा सकता है। X के पृष्ठीय क्षेत्रफल की तुलना में संयोजक छड़ का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A छोटा है। t=3 t₁ पर X का ताप ज्ञात कीजिये। [JEE 98,8]
3. एक कृष्णिका 2800 K ताप पर है। इस वस्तु द्वारा उत्सर्जित विकिरण की उर्जा 499nm व 500nm तरंगदैर्घ्य के मध्य U₁ है, 999nm व 1000nm तरंगदैर्घ्य के मध्य U₂ है एवं 1499nm व 1500nm के मध्य U₃ है। वीन नियतांक b=2.88×10⁶nm K है तो— [JEE 98,2]
 (A) U₁ = 0 (B) U₃ = 0 (C) U₁ > U₂ (D) U₂ > U₁
4. एक संयुक्त वस्तु में समान विमाओं परन्तु भिन्न ऊष्मीय चालकता K_A व K_B की दो आयताकार प्लेटें हैं। यह वस्तु अलग-अलग ताप पर रखी गई दो वस्तुओं के मध्य ऊष्मा के संचरण के लिए उपयोग की जाती है। यह संयुक्त वस्तु इस प्रकार रखी जा सकती है कि ऊष्मा या तो सतह के समान्तर हो। प्रभावी ऊष्मीय चालकताएँ K_{||} व K_⊥ संयुक्त वस्तु के समान्तर व लम्बवत् अभिविन्यास के लिए ज्ञात कीजिये। किस ऊष्मीय अभिविन्यास की ऊष्मीय चालकता अधिक होगी। [JEE 2000,6]
5. तीन काली वस्तुओं के लिए क्रमशः T₁, T₂ तथा T₃ ताप पर तीव्रता तरंगदैर्घ्य वक्र चित्र में दिखाये गये हैं। उनके ताप इस प्रकार हैं — [JEE 2000,3]



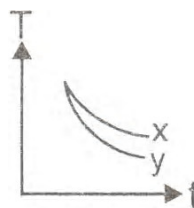
- (A) T₁ > T₂ > T₃ (B) T₁ > T₃ > T₂ (C) T₂ > T₃ > T₁ (D) T₃ > T₂ > T₁

6. समान पदार्थ से बनी व समान अनुप्रस्थ काट की तीन छड़ें चित्रानुसार जोड़ी गई हैं। प्रत्येक छड़ की लम्बाई समान है। बाये व दाये सिरे क्रमशः 0°C व 90°C है। तीनों छड़ों की संधि का ताप होगा : [JEE 2001,3]
 (A) 45°C (B) 60°C (C) 30°C (D) 20°C

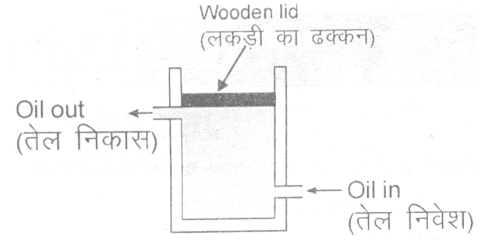


7. X व Y वस्तुओं के ताप समय के साथ चित्रानुसार बदलते हैं। यदि X व Y वस्तुओं की उत्सर्जकता e_X व e_Y तथा अवषोषित क्षमता A_X व A_Y है तो: (यह माना जाता है दोनों के लिए बांकि परिस्थिति समान है।) [JEE(Scr.)2003,3 marks]

- (A) e_Y > e_X, A_Y > A_X (B) e_Y < e_X, A_Y < A_X
 (C) e_Y > e_X, A_Y < A_X (D) e_Y < e_X, A_Y > A_X



8. ऊपर से खुला एक पात्र पूर्ण कुचालक पदार्थ से बना है। एक 5×10^{-3} मी. मोटाई का लकड़ी का टक्कन शीर्ष को कसकर बन्द करता है। T ताप का गर्म तेल पात्र से चित्रानुसार लगातार प्रवाहित हो रहा है जब वातावरण का ताप 27°C है तो लकड़ी के ढक्कन की हो रही है जब वातावरण का ताप 127°C का नियत ताप प्राप्त करती हैं गणना कीजिये।



[JEE2003' 2+2]

- (i) ढक्कन से विकिरण हास व
 (ii) तेल का ताप $T(^{\circ}\text{C}$ में)। लकड़ी की ऊष्मा चालकता व उत्सर्जकता क्रमशः $0.149 \text{ Wm}^{-1}\text{C}^{-1}$ व 0.6 है। स्टीफन नियतांक का मान $\sigma = \frac{17}{3} \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ (संवहन द्वारा ऊष्मा हास नगण्य मानिये व निकटतम पूर्णांकों में उत्तर दीजिये।)

9. दो पात्रों एक में 0°C पर बर्फ व दूसरे में 100°C पर उबलता जल है को दो एक जैसी छड़ों द्वारा जोड़ी जाती है। जब छड़े समान्तर है तो ऊष्मा प्रवाह की दर Q_1 व जब छड़े श्रेणीक्रम में है तो ऊष्मा प्रवाह की दर Q_2 है तो Q_2/Q_1 होगा :

[JEE(Scr.)2004,3 marks]

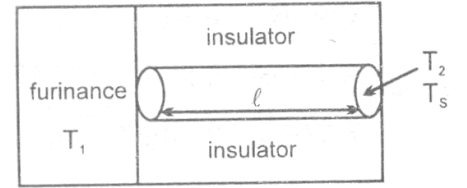
- (A) 2:1 (B) 1:2 (C) 4:1 (D) 1:4

10. समान पदार्थ की तीन चकतियों A, B, C क्रमशः 2cm, 4cm व 6cm की त्रिज्या की हैं, उन पर कार्बन की कालिख (Carbon Black) की परत चढ़ाई जाती है। अधिकतम स्पेक्ट्रमी विकिरणता (spectral radiancy) के संगत उनकी तरंगदैर्घ्य क्रमशः 300, 400 व 500nm है, तो किसके द्वारा अधिकतम शक्ति उत्सर्जित की जायेगी।

[JEE(Scr.)2004,3 marks]

- (A) A (B) B (C) C (D) same for all सभी द्वारा समान

11. लम्बाई l , ऊष्मीय चालकता K तथा कॉट के क्षेत्रफल A की एक बेलनाकार छड़ है। इसका एक सिरो T_1 ताप पर एक भट्टी में तथा दूसरा सिरा ताप T_2 पर रखा गया है, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। छड़ के पदार्थ की उत्सर्जकता e है। दिया कि $T_2 = T_s + \Delta T$ जहाँ $\Delta T \ll T_s$ वातावरण का ताप है। यदि $\Delta T \propto (T_1 - T_s)$ तब अनुक्रमानुपाती स्थिरांक का मान निकाले।

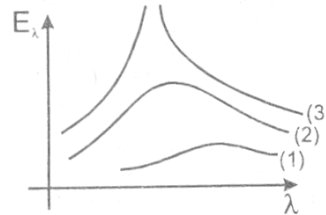


[JEE(Scr.)2004,4 marks]

12. प्रदर्शित चित्र में अधिकतम उत्सर्जन क्षमता एवं सूर्य के विकीरणों की तरंगदैर्घ्य welding ज्वाला की तरंगदैर्घ्य एवं टंगस्टक तन्तु द्वारा उत्सर्जित तरंगदैर्घ्य के मध्य ग्राफ प्रदर्शित किया गया है निम्न में से कौनसा विकल्प सही ग्राफ को प्रदर्शित करता है।

[JEE(Scr.)2005,3 marks]

- (A) 1- टंगस्टक तन्तु , 2→welding ज्वाला , 3→sun
 (B) 2- टंगस्टक तन्तु , 3→welding ज्वाला 1→sun
 (C) 3- टंगस्टक तन्तु , 1→welding ज्वाला , 2→sun
 (D) 2- टंगस्टक तन्तु , 1→welding ज्वाला , 3→sun



13. निम्न में से कौन-सी घटना में ऊष्मा संवहन की प्रक्रिया नहीं होती है।

[JEE(Scr.)2005,3 marks]

- (A) धरातल एवं समुद्र हवा (B) जल का क्वथनांक
 (C) बल्ब तन्तु के कारण ग्लास सतह की ऊष्मा (D) भट्टी के चारों ओर हवा

14. वायुमण्डलीय ताप T_0 , में एक अंधेरे कमरे में, एक कृष्णिका वस्तु T ताप पर रखी हुई है। कृष्णिका वस्तु का ताप नियत रखते हुए, सूर्य की विकिरण अंधेरे कमरे की छत में छिद्र मं माध्यम से कृष्णिका वस्तु पर गिरायी जाती है। यह माना जाता है कि कमरे के ताप में कोई वायुमण्डलीय परिवर्तन नहीं होता है। निम्न में से कौनसे से कथन सही हैं [JEE 2006,5 marks]

- (A) एंकाक समय में कृष्णिका वस्तु द्वारा अवषोषित विकिरण की मात्रा में वृद्धि होती है।
 (B) चूँकि उत्सर्जकता = अवषोषणता, अतः एंकाक समय में कृष्णिका वस्तु द्वारा उत्सर्जित विकिरण की मात्रा में वृद्धि होती है।
 (C) कृष्णिका वस्तु एंकाक समय में दृष्य स्पेक्ट्रम में अधिक ऊर्जा विकिरण करती है।
 (D) कृष्णिका वस्तु द्वारा एंकाक समय में परावर्तित ऊर्जा एक समान रहती है।

Answers

Exercise-1

PART-I

SECTION (A) :

- A1. 64J A2. $5 \times 10^{-5} \text{g/s}$
 A3. 4.0W A4. $2:\pi$
 A5. $\frac{t_1 + t_2 + t_3}{\frac{t_1}{k_1} + \frac{t_2}{k_2} + \frac{t_3}{k_3}}$

SECTION (B) :

- B1. $15 \text{W/m}^{-0} \text{C}$ B2. $\frac{2\pi Kl(T_2 - T_1)}{\ln(R_2/R_1)}$

SECTION (C) :

- C1. 12^0C/s

SECTION (D) :

- D1. $\frac{q_1 - q_2}{q_1}$ D2. 0.73W
 D3. $6 \times 10^3 \text{K}; 4 \times 10^3 \text{K}$

SECTION (E) :

- E1. 7 minutes.

PART - II

SECTION (A) :

- A1. B A2. (a) A (b) D
 A3. B A4. C A5. C

SECTION (B) :

- B1. C

SECTION (C) :

- C1. ABC C2. AB C3. B

Exercise - 2

PART - I

1. 144 J 2. 60J
 3. $\frac{4K_0 A(T_2 - T_1)}{3l}$ 4. $\frac{1}{7}(2T_1 + 2T_2 + 3T_3)$
 5. 100^0C ताप पर पानी के साथ सम्पर्क वाले सिरे से 10 सेमी.

6. $\frac{K\pi r_1 r_2 (\theta_2 - \theta_1)}{L}$ 7. $5500 \ln \frac{10}{9}$
 8. $1.8 \text{W/m}^{-0} \text{C}$ 9. 22W
 10. (a) 1:4 (b) 2.9:1
 11. (a) $ms(\theta_1 - \theta_0)$ (b) $\frac{\ln 10}{k}$

PART - II

1. B 2. D 3. C
 4. D 5. A 6. AB
 7. BC 8. B 9. AC

Exercise - 3

PART - I

1. (A)p,r, (B)t (C)q,r (D)t

PART - II

2. B 3. A 4. A
 5. B 6. A 7. C

PART - III

8. D 9. C

PART - IV

10. (i)True (ii)True (iii)True

PART - V

11. (i) 60^0C (ii) 4%

Exercise - 4

1. 41.5W, $\theta_1 = 26.48^0 \text{C}$ $\theta_2 = 0.52^0 \text{C}$
 2. $300 + 50 \exp\left[-2t_1 \left(\frac{KA}{CL} + \frac{\log_e 2}{t_1}\right)\right]$
 3. D
 4. $K_{||} = \left(\frac{K_A + K_B}{2}\right) K_{\perp} = \left(\frac{2K_A K_B}{K_A + K_B}\right)$
 5. B 6. B 7. A
 8. (i) $595 \text{Js}^{-1} \text{m}^{-2}$ (ii) 147^0C
 9. D 10. B
 11. आवश्यक समानुपाती नियतांक $= \left(\frac{4\epsilon\sigma T_s^3}{K} + 1\right)$
 12. (A) 13. C 14. ABCD

MQB

PART – I : OBJECTIVE QUESTIONS

*Marked are more than one correct options.

- समान पदार्थ से बनी बेलनाकार छड़ों से ऊष्मा प्रवाहित हो रही है, जिनके सिरे एक जैसे ताप पर रखे जाते हैं। यदि छड़ों के व्यास का अनुपात 1:2 व उनकी लम्बाईयों का अनुपात 2:1 है तो स्थायी अवस्था में उनसे पारित ऊष्मीय धारा का अनुपात ज्ञात कीजिये।
 (A)1:8 (B)1:4 (C)1:6 (D)4:1
- समान विमाओं परन्तु भिन्न पदार्थों से बनी दो छड़ें से सिरे द्वारा जाती है। तथा उनके मुक्त सिरों के ताप क्रमशः 100°C व 0°C हैं। तथा संधि का ताप 70°C है। यदि छड़ों को आपस में बदल दिया जाये तो संधि का ताप होगा।
 (A) 10°C (B) 30°C (C) 90°C (D) 40°C
- एक मीटर की छड़ के सिरे 100°C तथा 0°C पर रखे जाते हैं। किसी छड़ का एक सिरा 25°C पर रखा जाता है। इस छड़ का दूसरा सिरा मीटर छड़ पर कहां रखा जाना चाहिए ताकि छिड़ में स्थायी अवस्था में कोई ऊष्मीय धारा प्रवाहित न हो?
 (A) गर्म सिरे से 25cm (B) ठण्डे सरि से 40cm
 (C) ठण्डे सिरे से 25cm (D) ठण्डे सिरे से 60cm
- एक कैलोरीमापी में 50°C पर 50g जल है। 10 मिनट में ताप 45°C तक गिरता है। जब कैलोरीमापी में 50°C पर 100g जल है तो यह 45°C होने में 18 मिनट लेता है। कैलोरीमापी का जल तुल्यांक ज्ञात कीजिये।
 (A)12.5g (B)6.25g (C)25g (D)15g
- एक धातु का टुकड़ा जिसकी त्रिज्या 0.08 मी एवं द्रव्यमान $m=10\text{kg}$ है को 227°C तक गर्म किया जाता है एवं एक बक्सा जिसकी दीवारों का ताप 27°C है के अन्दर लटकाया जाता है अधिकतम दर जिस पर इसका ताप गिरेगा –
 (दिया है $e=1$, स्टीफन नियतगांक $\sigma = 5.8 \times 10^{-8} \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ एवं धातु की विषिष्ट ऊष्मा $s = 90\text{cal/kg/degJ} = 4.2\text{जूल/केलरी लीजिये}$)
 (A) $0.055^{\circ}\text{C/sec}$ (B) $0.066^{\circ}\text{C/sec}$ (C) $0.044^{\circ}\text{C/sec}$ (D) 0.03°C/sec
- K_1 ऊष्मीय चालकता के पदार्थ से बना R त्रिज्या का एक बेलन, आन्तरिक त्रिज्या R व बाह्य त्रिज्या 2R के, K_2 ऊष्मीय चालकता के पदार्थ से बने बेलनाकार कोष के अन्दर रखा है। बेलनाकार सतह से पारित कोई ऊष्मीय हानि नहीं है एव निकास स्थायी अवस्था में है। निकाय की प्रभावी ऊष्मीय चालकता है –
 [JEE 88,2]
 (A) $K_1 + K_2$ (B) $\frac{K_1 K_2}{K_1 + K_2}$ (C) $\frac{K_1 + 3K_2}{4}$ (D) $\frac{3K_1 + K_2}{4}$
- पृथ्वी इसकी तरह पर सूर्य से 1400W/m^2 की दर से विकिरण प्राप्त करती है। सूर्य के केन्द्र से पृथ्वी की सतह की दूरी $1.5 \times 10^{11}\text{m}$ एवं सूर्य की त्रिज्या $7.0 \times 10^8\text{m}$ है। सूर्य को कृष्णिका मानते हुए इसका ताप है लगभग –
 (Stefan's constant is $5.67 \times 10^{-8} \text{W/m}^2\text{K}^4$)
 [JEE 89]
 (A)5000K (B)5800K (C)6800K (D)7000K
- समान अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल एवं एक ही पदार्थ से बनी तीन छड़े एक समद्विबाहु त्रिभुज ABC बनाती है, B पर सकमोण है। बिन्दु A व B पर ताप क्रमशः T एवं $(\sqrt{2})T$ है। स्थायी अवस्था में बिन्दु C का ताप T_c है। केवल ऊष्मीय चालन को मानते हुए T_c/T है :
 [JEE 95,1]
 (A) $\frac{1}{2}(\sqrt{2}-1)$ (B) $\frac{3}{\sqrt{2}+1}$ (C) $\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{3}}$ (D) $\frac{1}{\sqrt{2}+1}$

9. दो ठोस धात्विक गोले S_1 व S_2 एक जैसे पदार्थ के बने हैं एवं एक जैसी सतह तथा सतह क्षेत्रफल प्राप्त करते हैं। S_1 का द्रव्यमान S_2 की तुलना में तीन गुना है। दोनों गोले समान उच्च ताप तक गर्म किये जाते हैं एवं निम्न ताप के एक कमरे में रखे जाते हैं, परन्तु वे एक दूसरे से ऊष्मीय रूप से विलगित हैं तो S_1 व S_2 की प्रारम्भिक शीतलन की दरों का अनुपात है।

[1995 S]

- (A) $\frac{1}{3}$ (B) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (C) $\frac{\sqrt{3}}{1}$ (D) $\left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{3}}$

10. एक 12 सेमी त्रिज्या की गोलीय कृष्णिका 500K ताप पर 450W विकिरित करती है। यदि त्रिज्या आधी व ताप दुगुना कर दिया जाये तो विकिरित शक्ति वॉट में होगी –

[JEE 96]

- (A)225 (B)450 (C)900 (D)1800

11. सूर्य द्वारा उत्सर्जित विकिरण की तीव्रता 510nm पर अधिकतम है एवं यह उत्तरी तारे द्वारा 350nm पर अधिकतम है। यदि ये तारे कृष्णिका की तरह व्यवहार करते हैं तो सूर्य व उत्तरी तारे की तरह का ताप है

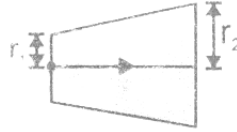
- (A)1.46 (B)0.69 (C)1.21 (D)0.83

[JEE 97,1]

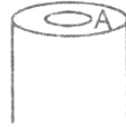
PART – II : SUBJECTIVE QUESTIONS

1. एक खोखली नली की लम्बाई l_1 आन्तरिक त्रिज्या R_1 व बाह्य त्रिज्या R_2 है। पदार्थ की ऊष्मीय चालकता K है। यदि समतल सिरे ताप T_1 व T_2 ($T_2 > T_1$) पर रखे हों तो नली की दीवारों से प्रवाहित ऊष्मा ज्ञात कीजिये।

2. लम्बाई l_1 दो सिरों की त्रिज्या r_1 व r_2 के कटे हुए शंकु के अक्षीय प्रवाह के लिए ऊष्मीय चालकता (ऊष्मीय प्रतिरोध का व्युत्क्रम) पदार्थ की ऊष्मीय चालकता K है।



3. लम्बाई l एवं आन्तरिक व बाह्य त्रिज्या r_1 व r_2 के एक बलयाकार बेलन के त्रिज्यीय प्रवाह के लिये उष्मीय चालकत्व ज्ञात कीजिये। पदार्थ की ऊष्मीय चालकता k है।



4. आन्तरिक व बाह्य त्रिज्या r_1 व r_2 के गोलीय कोष के त्रिज्या प्रवाह के लिए ऊष्मीय चालकत्व ज्ञात कीजिये। पदार्थ की ऊष्मीय चालकता K मानिये।

5. एक धात्विक बेलनाकार पात्र जिसकी आन्तरिक व बाह्य r_1 व r_2 है 0°C पर बर्फ से भरी जाती है। बेलन के अन्दर बर्फ का द्रव्यमान m है। बेलन का वृत्ताकार भाग पूर्णतया रूद्धोष्म दीवारों से बन्द किये गये हैं। पात्र वायु में रेखा है। वायु का ताप 50°C है। बर्फ के पूर्णतया पिघलने के लिए व्यतीत समय ज्ञात कीजिये। (बेलन की ऊष्मीय चालकता K है, इसकी लम्बाई l_1 गलन की गुप्त ऊष्मा L है।)

6. L लम्बाई व k ऊष्मीय चालकता का समरूप बेलन समान क्षेत्रफल S द्रव्यमान m व अनन्त चालकता की धातु की प्लेट पर रखा जाता है। प्लेट की विषिष्ट ऊष्मा C है। बेलन का शीर्ष T_0 ताप पर है। प्लेट के ताप को T_1 से T_2 ($T_1 < T_2 < T_0$) तक बढ़ाने में लिया गया समय ज्ञात करो।

7. मनुष्य के शरीर का कुल पृष्ठीय क्षेत्रफल 1.6m^2 मानिये एवं यह आदर्श विकिरक की तरह करती है। यदि वस्तु का ताप 37°C है तो वस्तु द्वारा प्रति सेकण्ड विकिरित ऊर्जा की मात्रा ज्ञात कीजिये। स्टीफन नियतांक $\sigma, 6.0 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 - \text{K}^4$ है।

8. एक घरेलू उत्सर्जक की सतह की उत्सर्जकता 0.55 एवं क्षेत्रफल 1.5m^2 है।
(a) विकिरक द्वारा किस दर से विकिरण उत्सर्जित होगी जब इसका ताप 50°C है।

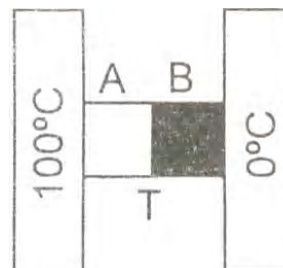
(b) जब कमरे की दीवारों का ताप 22°C है तो विकिरक द्वारा किस दर से विकिरण अवशोषित होगी।
 (c) विकिरक से उत्सर्जित विकिरण की परिणामी दर क्या होगी।

9. एक व्यक्ति जिसकी त्वचा का पृष्ठीय क्षेत्रफल 2m^2 है एक कमरे में बैठा है जहां वायु का ताप 20°C है। यदि उसकी त्वचा का ताप 28°C है। शरीर द्वारा ऊष्मा क्षय की दर ज्ञात कीजिये।

[त्वचा की उत्सर्जकता 0.07 व स्टीफन नियतांक $= 5.67 \times 10^{-8} \text{W/K}^4$]

10. एक गर्म वस्तु वायु में न्यूटन के शीतलन के नियम के अनुसार ठण्डी होती है, ताप हास की दर प्रतिवेष कसे तापान्तर का K गुनी है। $t=10$ से प्रारम्भ होकर वह समय ज्ञात कीजिये जिसमें वस्तु उस ऊष्मा का आधा क्षय कर देती है जितनी यह अधिकतम क्षय कर सकती है।

11. समान आकार के धातु के दो घन A व B चित्रानुसार जोड़े गये हैं। संयोजन के बाह्य सिरे दिखाये गये ताप पर रखे गये हैं। यह व्यवस्था ऊष्मीय रूप से अवरोधित है। A व B के ऊष्मीय चालकता गुणांक क्रमशः $300\text{W/m}^{\circ}\text{C}$ व $200\text{W/m}^{\circ}\text{C}$ है। स्थायी अवस्था के बाद आन्तरिक सतह का ताप T होगा



[JEE 96,2]

12. एक व्यक्ति जिसकी त्वचा का पृष्ठीय क्षेत्रफल 2m^2 है एक कमरे में बैठा है जहां वायु का ताप 20°C है। यदि उसकी त्वचा का ताप 28°C है। शरीर द्वारा ऊष्मा क्षय की दर ज्ञात कीजिए।

13. एक विद्युत ऊष्मक (Heater) एक कमरे जिसकी दीवारों का क्षेत्रफल 137 मी^2 है के अन्दर 20°C ताप बनाये रखने के लिए उपयोग किया जाता है जब कि बाह्य ताप -10°C है दीवारों में तीन अलग-अलग पदार्थों की परतें हैं। आन्तरिक परत 2.5 सेमी. मोटी लकड़ी की है, मध्य परत 1.0 सेमी मोटे सीमेन्ट की है एवं बाह्य पर 25 सेमी. ईटों की है। विद्युत उष्मक की शक्ति ज्ञात कीजिये। (यह मानिये कि फर्ष व छत से कोई ऊष्मा हानि नहीं होती, लकड़ी, सीमेन्ट व ईटों की ऊष्मीय चालकता क्रमशः 0.125, 1.5 व $1.0\text{W/m}^{\circ}\text{C}$ है।)

[IIT 1986]

Answers

PART – I

1. A 2. B 3. C 4. A 5. B 6. C
 7. B 8. B 9. D 10. D 11. B

PART – II

1. $\frac{K\pi(R_2^2 - R_1^2)(T_2 - T_1)}{\ell}$ 2. $\frac{\pi k(r_2 - r_1)}{\ell \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right]}$ 3. $\frac{2\pi Lk}{\ln(r_2/r_1)}$
 4. $\frac{4\pi k r_1 r_2}{(r_2 - r_1)}$ 5. $t = m L \ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right) / 100\pi k \ell$ 6. $\frac{mCL}{KS} \ln \left(\frac{T_0 - T_1}{T_0 - T_2} \right)$
 7. 887J 8. 509W, 354W, 155W 9. 92.2W
 10. $t_1 = \frac{\ln 2}{k}$ 11. 60°C 12. 92.2W
 13. 9W