

- All questions are compulsory. (सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।)
- Marks are mentioned on the right side of each question. (अंक सभी प्रश्न के दाईं ओर अंकित किये हैं।)

Group (A) (ग्रुप -ए)

Q.1 Choose the most suitable answer from the following options. (1*20=20)
(सर्वाधिक उपयुक्त विकल्प को चुनकर लिखें।) :-

i. According to the Fourier's law of heat conduction, the rate of heat transfer by conduction depends upon _____.

(ऊष्मा चालन के फूरियर नियम के अनुसार चालन द्वारा ऊष्मा हस्तांतरण की दर निर्भर करती है?)

- | | |
|--|--|
| (a) Area of cross section normal to the heat flow
(ऊष्मा प्रवाह के लंबवत अनुभाग क्षेत्रफल के) | (c) Both (a) & (b)
(दोनों (अ) और (ब)) |
| (b) Temperature gradient
(तापमान ढाल के) | (d) None of these
(इनमें से कोई नहीं) |

ii. The materials which have low thermal conductivity is _____.

(पदार्थ जिनकी तापीय चालकता कम होती है, _____ हैं।)

- | | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------------------|------------------|
| (a) Aluminium (एल्युमिनियम) | (b) Copper (ताँबा) | (c) Glass wool (सीसा वूल) | (d) Brass (पीतल) |
|-----------------------------|--------------------|---------------------------|------------------|

iii. Metals and gases respond rapidly to temperature changes as compared to non-metals and liquids due to _____.

(अधातु और तरल पदार्थ की तुलना में धातु और गैसों तापमान परिवर्तन के प्रति तेजी से प्रतिक्रिया करती हैं, इसका कारण है?)

- | | |
|--|---|
| (a) High thermal conductivity
(उच्च तापीय चालकता) | (c) High thermal diffusivity
(उच्च तापीय विसरणशीलता) |
| (b) Low thermal diffusivity
(कम तापीय विसरणशीलता) | (d) High heat capacity
(उच्च ऊष्मा क्षमता) |

iv. Unit of thermal diffusivity is _____ (तापीय विसरण की इकाई _____ है।)

- | | | | |
|--------------|-----------------|------------------|---------------------|
| (a) m^2/hr | (b) m^2/hr^0C | (c) $kcal/m^2hr$ | (d) $kcal/m^2hr^0C$ |
|--------------|-----------------|------------------|---------------------|

v. The purpose of using Fins in inter cooler is to reduce _____.

(इंटर कूलर में फिन्स का उपयोग करने का उद्देश्य _____ कम करना है।)

- | | | | |
|----------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|
| (a) Pressure (दाबाव) | (b) Temperature (तापमान) | (c) Volume (आयतन) | (d) Entropy (एन्ट्रॉपी) |
|----------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|

vi. For having highest Fin effectiveness, the Fins Should be _____.

(उच्चतम फिन प्रभावशीलता के लिए फिन -होना चाहिए?)

- | | |
|--|---|
| (a) Thick & closely spaced
(मोटी और बारीकी से दूरी) | (c) Thick & widely spaced
(मोटी और व्यापक दूरी) |
| (b) Thin & widely spaced
(पतली और व्यापक दूरी) | (d) Thin & closely spaced
(पतली और बारीकी से दूरी) |

- vii.** The critical thickness of insulation for a sphere is _____
(एक गोले के लिए तापावरोधन का क्रिटिकल मोटाई _____ है।)
- (a) k/h_0 (b) $2k/h_0$ (c) h_0/k (d) $h_0/2k$
- viii.** Upto the critical radius of insulation, added insulation will _____ heat loss.
(तापावरोधन के महत्वपूर्ण त्रिज्या तक जोड़ा गया तापावरोधक गर्मी के नुकसान को _____)
- (a) Increase (बढ़ाएगा) (b) Decrease (घटाएगा) (c) No effect (कोई प्रभाव नहीं) (d) None of these (इनमें से कोई नहीं)
- ix.** In the lumped system parameter model, the variation of temperature with time is
(लम्पड सिस्टम पैरामीटर मॉडल में समय के साथ तापमान में परिवर्तन होता है?)
- (a) Linear (रैखिक) (b) Exponential (घातीय) (c) Sinusoidal (साइनसोइडल) (d) Cubic (क्यूबिक)
- x.** Lumped parameter analysis for transient heat conduction is essentially valid for (where $B_i = \text{Biot No.}$)
(क्षणिक ताप चालन के लिए लम्पड पैरामीटर विश्लेषण अनिवार्य रूप से मान्य है? (जहाँ $B_i = \text{बायोट नं.}$)
- (a) $B_i < 0.1$ (b) $1 < B_i < 10$ (c) $0.1 < B_i < 0.5$ (d) None of these (इनमें से कोई नहीं)
- xi.** If the Fluid density and specific heat capacity both are doubled, keeping all the parameters same, the Nusselt number
(यदि द्रव घनत्व और विशिष्ट ताप क्षमता दोनों को सभी मापदंडों को समान रखते हुए दोगुना कर दिया जाए तो नसेल्ट संख्या _____ होगा।)
- (a) Halved (आधा) (b) Doubled (दोगुना) (c) Remains same (समान) (d) None of these (इनमें से कोई नहीं)
- xii.** For Air (prandtl number = 0.7), the relation between hydrodynamic (δ) and thermal boundary layer thickness (δ_T) is given by _____.
(हवा के लिए (प्रान्तल संख्या = 0.7), हाइड्रोडायनामिक (δ) और थर्मल (δ_T) सीमा परत मोटाई के बीच संबंध है?)
- (a) $\delta = \delta_T$ (b) $\delta > \delta_T$ (c) $\delta < \delta_T$ (d) None of these (इनमें से कोई नहीं)
- xiii.** Grashof number signifies the ratio of _____ (ग्रेशोफ संख्या _____ के अनुपात को दर्शाता है)
- (a) Inertia force to viscous force (जड़त्व बल और श्यान बल)
(b) Buoyancy force to viscous force (उत्प्लावन बल और श्यान बल)
- (c) Buoyancy force to inertia force (उत्प्लावन बल और जड़त्व बल)
(d) Inertia force to surface tension force (जड़त्व बल और पृष्ठ तनाव बल)
- xiv.** The convection heat transfer coefficient depends upon _____
(संवहन ऊष्मा अंतरण गुणांक _____ पर निर्भर करता है।)
- (a) The thermal properties of fluid (द्रव के ऊष्मीय गुण पर)
(b) Geometry of the system (प्रणाली की ज्यामिती पर)
- (c) Characteristics of the fluid flow (द्रव प्रवाह की विशेषताओं पर)
(d) All of these (उपरोक्त सभी पर)
- xv.** According to Stefan – Boltzmann law, ideal radiators emit energy at a rate proportional to _____.
(स्टीफन बोल्टजमान के नियम के अनुसार आदर्श रेडिएटर किस अनुपात में ऊर्जा का उत्सर्जन करते हैं?)
- (a) Absolute temperature (पूर्ण तापमान)
(b) Square of temperature (तापमान का वर्ग)
- (c) The fourth power of absolute temperature (निरपेक्ष तापमान की चौथी घात)
(d) None of these (इनमें से कोई नहीं)

xvi. The value of transmissivity is _____ (संप्रेषणीयता का मान _____ होता है?)
(a) 0-1 (b) 1-2 (c) 2-3 (d) 3-4

xvii. A cavity with a small hole will always behave as a _____
(एक छोटे से छेद वाली कैविटी हमेशा एक _____ की तरह व्यवहार करती है।)
(a) White body (b) Transparent body (c) Black body (d) Opaque body
(सफेद वस्तु) (पारदर्शी वस्तु) (काला वस्तु) (अपारदर्शी वस्तु)

xviii. A radiation shield should _____ (एक विकिरण शील्ड में _____ होता है।)
(a) Have high transmissivity (c) Have high reflexive power
(उच्च संप्रेषणीयता) (उच्च प्रतिवर्त शक्ति)
(b) Absorb all the radiations (d) None of these
(सभी विकिरणों को अवशोषित) (इनमें से कोई नहीं)

xix. The normal automobile radiator is a heat exchanger of the type _____
(सामान्य ऑटोमोबाइल रेडिएटर _____ प्रकार का ऊष्मा एक्सचेंजर है।)
(a) Direct Contact (b) Parallel Flow (c) Counter Flow (d) Cross Flow
(प्रत्यक्ष संपर्क) (समानांतर प्रवाह) (प्रतिप्रवाह) (क्रॉस प्रवाह)

xx. A correction of LMTD is necessary in case of _____ heat exchanger.
(_____ हीट एक्सचेंजर के मामले में एलएमटीडी का सुधार आवश्यक है।)
(a) Cross Flow (b) Parallel Flow (c) Counter Flow (d) None of these
(क्रॉस प्रवाह) (समानांतर प्रवाह) (प्रतिप्रवाह) (इनमें से कोई नहीं)

Group (B) (ग्रुप -बी)

Q.2 State the assumptions of Fourier's law of heat conduction. 4
(ऊष्मा चालन के फूरियर के नियम की मान्यता को बताएं।)

OR (अथवा)

The inner surface of a plane brick wall is at 40°C and the outer surface is at 30°C. calculate the rate of heat transfer per m² of surface area of the wall, which is 0.2 m thick, Thermal conductivity of the brick is 0.55 W/m°C. 4
(एक समतल ईंट की दीवार की भीतरी सतह 40°C पर और बाहरी सतह 30°C पर है। दीवार के सतह क्षेत्र के प्रति वर्ग मीटर में ताप उष्मा हस्तांतरण की दर की गणना करें जो 0.2 मीटर मोटी है। ईंट की तापीय चालकता 0.55 W/m°C है।)

Q.3 Define – 4
a) Fin effectiveness (परिभाषित करें) b) Biot number (बायोट संख्या)
अ) फिन प्रभावशीलता ब) बायोट संख्या

OR (अथवा)

Discuss the physical significance of time constant in lumped heat analysis. 4
(लम्पड ऊष्मा विश्लेषण में समय-स्थिरांक के भौतिक महत्व पर चर्चा करें।)

Q.4 State and explain Newton's law of cooling. 4
(न्यूटन के शीतलन नियम के नियम को लिखें एवं व्याख्या करें।)

OR (अथवा)

Define Prandtl number and explain their physical significance in convection heat transfer. 4
(प्रान्टल संख्या को परिभाषित कीजिए तथा संवहन ऊष्मा अंतरण में उनके भौतिक महत्व की व्याख्या कीजिए।)

- Q.5** State and prove Kirchoff's law of radiation. 4
(किरचॉफ के विकिरण के नियम को लिखिए और सिद्ध कीजिए)
- OR (अथवा)**
- Assuming the sun to be black body emitting radiation with maximum intensity at $\lambda 0.49 \mu m$; 4
calculate the (a) Surface temperature of the sun and (b) heat flux and surface of the sun.
(सूर्य को $\lambda 0.49 \mu m$ पर अधिकतम तीव्रता के साथ विकिरण उत्सर्जित करने वाला एक ब्लैक बाडी मानते हुए: (अ) सूर्य की सतह का तापमान और (ब) सूर्य की सतह पर गर्मी के प्रवाह गणना करें।)
- Q.6** Differentiate between parallel flow and counter flow heat exchanger. 4
(समानांतर प्रवाह और प्रतिप्रवाह उष्मा एक्सचेंजर में अंतर बताएँ।)
- OR (अथवा)**
- Write the assumption taken in LMTD analysis. 4
(एल एम टी डी विश्लेषण में लिए गए अवधारणाओं को लिखें।)
- Group (C) (ग्रुप - सी)**
- Q.7** State and explain the following boundary conditions 6
a) Dirichlet boundary condition
b) Neumann boundary condition
c) Mixed boundary condition
- (निम्नलिखित सीमा शर्तों को बताएं और समझाएं-
अ) डाइरिचलेट सीमा शर्त
ब) न्यूमैन सीमा शर्त
स) मिक्स्ड सीमा शर्त)
- OR (अथवा)**
- A plane wall (thermal conductivity= $10 \text{ w/m}^0\text{c}$) of 100mm thickness and area 3 m^2 has steady surface temperature of 170^0c and 100^0c . determine (a) the rate of heat flow across the plane wall and (b) the temperature gradient in the flow direction. 6
(100 मिमी मोटाई और 3 मीटर वर्ग क्षेत्र की एक समतल दीवार (तापीय चालकता= $10 \text{ w/m}^0\text{c}$) की सतह का स्थिर तापमान 170^0c और 100^0c है। निर्धारित करें (अ) समतल दीवार में गर्मी प्रवाह की दर और (ब) प्रवाह दिशा में तापमान प्रवणता।)
- Q.8** Describe transient conduction. Also write the assumptions taken for lumped capacity analysis. 6
(क्षणिक उष्मा चालन (ट्रांजिएंट हिट कंडक्शन)का वर्णन करें। लम्पड क्षमता विश्लेषण के लिए ली गई मान्यताओं को भी लिखें।)
- OR (अथवा)**
- Calculate the critical radius of insulation for asbestos ($K = 0.172 \text{ w/mk}$). Surrounding a pipe and exposed to room air at 300 k with $h=2.8 \text{ w/mk}$. Calculate the heat loss for a 500k, 60mm dia pipe when covered with critical radius of insulation. 6
(एक पाइप के आसपास एस्बेस्टस ($K = 0.172 \text{ w/mk}$) के लिए इन्सुलेशन की महत्वपूर्ण त्रिज्या की गणना करें, जो 300 k पर $h=2.8 \text{ w/mk}$ के कमरे की हवा के संपर्क में है। एक 500k, 60mm व्यास के पाइप को, जब उसे इन्सुलेशन की क्रिटिकल त्रिज्या के रोधन से ढका जाता है, तो उष्मा हानि की गणना करें।)
- Q.9** Derive an expression for hydrodynamic boundary layer thickness over a flat plate. With suitable assumptions. 6
(उपयुक्त धारणाओं के साथ एक प्लेट पर हाइड्रोडायनामिक सीमा परत की मोटाई के लिए एक अभिव्यक्ति निकालें।)
- OR (अथवा)**
- A hot plate $1.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$ is maintained at 250^0c . air at 25^0c blows over the plate. If the convective heat transfer coefficient is $20 \text{ w/m}^2\text{c}$. calculate the rate of heat transfer. 6
(एक गर्म प्लेट $1.5 \text{ मी.} \times 2.5 \text{ मी.}$ को 250^0c पर बनाए रखा जाता है। 25^0c पर हवा प्लेट के ऊपर उड़ती है। यदि संवहन उष्मा अंतरण गुणांक $20 \text{ w/m}^2\text{c}$ है, तो उष्मा अंतरण की दर की गणना करें।)

Q.10 Write the classification of heat exchange on the basis of –

- Physical state of fluids
- Relative direction of fluid motion.

((अ) तरल पदार्थ की भौतिक स्थिति (ब) द्रव गति की सापेक्ष दिशा के आधार पर ताप विनिमायकों (हिट एक्सचेंजर) का वर्गीकरण कीजिए।)

OR (अथवा)

The flow rate of hot & cold water streams running through a parallel flow heat exchanger are 0.2kg/s & 0.5 kg/s. The inlet temperature on hot & cold sides are 75⁰c & 20⁰c. The exit temperature of hot water is 45⁰c. If the individual heat transfer coefficient on both sides are 650 w/m⁰c. Calculate area of heat exchanger.

(समानांतर प्रवाह हिट एक्सचेंजर के माध्यम से चलने वाली गर्म और ठंडे पानी की धाराओं प्रवाह दर 0.2kg/s और 0.5 kg/s है। गर्म और ठंडे पक्षों पर इनलेट तापमान 75⁰c और 20⁰c है। गर्म पानी का निकास तापमान 45⁰c है। यदि दोनों पक्षों में अलग-अलग ताप अंतरण गुणांक 650 w/m⁰c है, तो ताप विनिमायक के क्षेत्रफल की गणना करें।)

Q.11 The effective temperature of a body having an area of 0.1m² is 647⁰c. Calculate (a) The total rate of energy emission, (b) the intensity of normal radiation and (c) The wavelength of maximum monochromatic emissive

(0.1 मीटर वर्ग क्षेत्रफल वाले पिंड का प्रभावी तापमान 647⁰c है। गणना करें (अ) ऊर्जा उत्सर्जन की कुल दर, (ब) सामान्य विकीरण की तीव्रता और (स) अधिकतम मोनोक्रोमैटिक उत्सर्जक की तरंग दैर्घ्य।)

OR (अथवा)

Write short notes on any two

- Irradiation
- Black bodies
- Gray diffuse isotropic surfaces.

(किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणी करें।)

अ) इरैडियेशन

आ) ब्लैक बाडी

स) ग्रे डिफ्यूज आइसोट्रोपिक सतह

-----*****-----