

Roll No

ME-701 (GS)**B.Tech., VII Semester**

Examination, November 2023

Grading System (GS)**Heat and Mass Transfer****Time : Three Hours****Maximum Marks : 70****Note:** i) Attempt any five questions.

किन्हीं पाँच प्रश्नों को हल कीजिए।

ii) All questions carry equal marks.

सभी प्रश्नों के समान अंक हैं।

iii) In case of any doubt or dispute the English version question should be treated as final.

किसी भी प्रकार के संदेह अथवा विवाद की स्थिति में अंग्रेजी भाषा के प्रश्न को अंतिम माना जायेगा।

1. a) What is Fourier's law of conduction? 2
फूरियर का चालन नियम क्या है?
- b) What is critical thickness of insulation? Explain. 3
इन्सुलेशन की महत्वपूर्ण मोटाई क्या है? व्याख्या करें।
- c) Explain about radiation shield. 3
विकिरण ढाल के बारे में बताइए।

- d) Write a short note on boundary layer thickness and displacement thickness. 3
सीमा परत की मोटाई और विस्थापन की मोटाई पर एक संक्षिप्त नोट लिखें।
- e) Define absorptivity, reflectivity and transmissivity. 3
अवशोषणशीलता, परावर्तनशीलता और संचारणशीलता को परिभाषित करें।
2. a) Derive expression for temperature distribution, under one dimensional steady state heat conduction for a cylinder. 10
एक सिलेंडर के लिए एक आयामी स्थिर अवस्था ताप संचालन के तहत तापमान वितरण के लिए अभिव्यक्ति प्राप्त करें।
- b) A hollow cylindrical insulation has an internal diameter of 16 cm thickness of 8 cm. The inner surface is at -10°C while the outer surface is at 35°C . Determine the radius at which the temperature is 0°C . 4
एक खोखले बेलनाकार इन्सुलेशन का आंतरिक व्यास 16 सेमी और मोटाई 8 सेमी है। आंतरिक सतह -10°C पर है जबकि बाहरी सतह 35°C पर है। वह त्रिज्या ज्ञात कीजिए जिस पर तापमान 0°C है।
3. a) A reactor wall 320 mm thick is made up of an inner layer of fire brick ($k = 0.84 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$) covered with a layer of insulation ($k = 0.16 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$). The reactor operates at a temperature of 1325°C and the ambient temperature is 25°C . 10
- i) Determine the thickness of fire brick and insulation which gives minimum heat loss.
- ii) Calculate the heat loss presuming that the insulating material has a maximum temperature of 1200°C . If the calculated heat loss is not acceptable, then state whether addition of another layer of insulation would provide a satisfactory solution.

320 मिमी मोटी एक रिक्टर दीवार फायर ब्रिक ($k = 0.84 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) की एक आंतरिक परत से बनी होती है, जो इन्सुलेशन की एक परत ($k = 0.16 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) से ढकी होती है। रिक्टर 1325°C के तापमान पर संचालित होता है और परिवेश का तापमान 25°C है।

- अग्नि ईट और इन्सुलेशन की मोटाई निर्धारित करें जो न्यूनतम गर्मी हानि देता है।
- ताप हानि की गणना यह मानते हुए करें कि इन्सुलेशन सामग्री का अधिकतम तापमान 1200°C है। यदि गणना की गई गर्मी की हानि स्वीकार्य नहीं है, तो बताइए कि इन्सुलेशन की एक और परत जोड़ने से संतोषजनक समाधान मिलेगा या नहीं।

b) Explain its importance and derive the expression to calculate critical thickness of insulation for a cylinder. 4

इसके महत्व को समझाइए और एक सिलेंडर के लिए इन्सुलेशन की महत्वपूर्ण मोटाई की गणना करने के लिए अभिव्यक्ति प्राप्त करें।

4. a) Two large parallel plates of $1\text{m} \times 1\text{m}$ spaced 0.5m apart in a very large room whose walls are at 27°C . The plates are at 900°C and 400°C with emissivities 0.2 and 0.5 respectively. Find the net heat transfer to each plate and to the room. 7

एक बहुत बड़े कमरे में 0.5 मीटर की दूरी पर $1\text{m} \times 1\text{m}$ की दो बड़ी समानांतर प्लेटें हैं जिनकी दीवारें 27°C पर हैं। प्लेटें क्रमशः 0.2 और 0.5 उत्सर्जन के साथ 900°C और 400°C पर हैं। प्रत्येक प्लेट और कमरे में शुद्ध ऊष्मा स्थानांतरण ज्ञात कीजिए।

b) Derive a general expression for shape factor in case of radiation between two surfaces of same area. 7

एक ही क्षेत्र की दो सतहों के बीच विकिरण के मामले में आकार कारक के लिए एक सामान्य अभिव्यक्ति प्राप्त करें।

5. A solid spherical steel ball with a diameter of 10 cm and a thermal conductivity of $45 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ is initially at a uniform temperature of 300°C . The ball is suddenly quenched in a large oil bath that is maintained at 25°C . The convective heat transfer coefficient between the ball surface and the oil is $250 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Assume the density of steel is 7800 kg/m^3 and the specific heat is $500 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$. 14

- Determine if the lumped capacitance method is applicable for the transient analysis.
- If applicable, calculate the time required for the ball to reach 50°C .

10 सेमी व्यास और $45 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ की तापीय चालकता वाली एक ठोस गोलाकार स्टील की गेंद शुरू में 300°C के एक समान तापमान पर होती है। गेंद को अचानक एक बड़े तेल स्नान में बुझाया जाता है जिसे 25°C पर बनाए रखा जाता है। गेंद की सतह और तेल के बीच संवहन ताप अंतरण गुणांक $250 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ है। मान लें कि स्टील का घनत्व 7800 kg/m^3 है। और विशिष्ट ऊष्मा $500 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ है।

- निर्धारित करें कि क्या लम्ब्ड कैपेसिटेंस विधि क्षणिक विश्लेषण के लिए लागू है।
- यदि लागू हो, तो गेंद को 50°C तक पहुंचने में लगने वाले समय की गणना करें।

6. a) A horizontal pipe of 6 cm diameter is located in a room. The temperature of air is 20°C . The surface temperature of the pipe is 150°C . Calculate the free convection heat loss per meter length of the pipe. 8

6 सेमी व्यास का एक क्षैतिज पाइप एक कमरे में स्थित है। हवा का तापमान 20°C है। पाइप की सतह का तापमान 150°C है। पाइप की प्रति मीटर लंबाई में मुक्त संवहन ताप हानि की गणना करें।

- b) Derive the momentum equation for hydrodynamic boundary layer over a flat plate. 6

एक सपाट प्लेट पर हाइड्रोडायनामिक सीमा परत के लिए गति समीकरण प्राप्त करें।

7. a) In a cross flow heat exchanger, air is heated by water. Air enters the exchanger at 15°C and a mass flow rate of 2 kg/s while water enters at 90°C and a mass flow rate of 0.25 kg/s . The overall heat transfer coefficient is $250 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. If the heat exchanger has a heat transfer area of 8.4 m^2 , find the exit temperatures of both the fluids. 8

एक क्रॉस फ्लो हीट एक्सचेंजर में हवा को पानी द्वारा गर्म किया जाता है। हवा 15°C पर एक्सचेंजर में प्रवेश करती है और द्रव्यमान प्रवाह दर 2 kg/s है जबकि पानी 90°C पर प्रवेश करता है और द्रव्यमान प्रवाह दर 0.25 kg/s है। समग्र ऊष्मा अंतरण गुणांक $250 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ है। यदि हीट एक्सचेंजर का ताप स्थानांतरण क्षेत्र 8.4 m^2 है, तो दोनों तरल पदार्थों का निकास तापमान ज्ञात करें।

- b) Explain about convective mass transfer and mass transfer coefficient. 6

संवहन द्रव्यमान स्थानांतरण और द्रव्यमान स्थानांतरण गुणांक के बारे में बताइए।

8. a) The Logarithmic Mean Temperature Difference (LMTD) of a counter flow heat exchanger is 20°C . The cold fluid enters at 20°C and The hot fluid enters at 100°C . Mass flow rate of the cold fluid is twice that of the hot fluid. Specific heat at constant pressure of the hot fluid is twice that of the cold fluid. Find the exit temperature of the cold fluid? 6

एक काउंटर फ्लो हीट एक्सचेंजर का लॉगरिदमिक माध्य तापमान अंतर (LMTD) 20 डिग्री सेल्सियस है। ठंडा तरल पदार्थ 20°C पर प्रवेश करता है और गर्म तरल पदार्थ 100°C पर प्रवेश करता है। ठंडे तरल पदार्थ की द्रव्यमान प्रवाह दर गर्म तरल पदार्थ की द्रव्यमान प्रवाह दर से दोगुनी होती है। गर्म तरल पदार्थ के निरंतर दबाव पर विशिष्ट गर्मी ठंडे तरल पदार्थ की तुलना में दोगुनी होती है। ठंडे तरल पदार्थ का निकास तापमान ज्ञात कीजिये।

- b) Describe the distinct regimes observed in film boiling and nucleate boiling, emphasizing the differences in heat transfer mechanisms and surface conditions that define each regime. 8

फिल्म क्वथनांक और न्यूक्लियेट क्वथनांक में देखे गए विशिष्ट शासनों का वर्णन करें, गर्मी हस्तांतरण तंत्र और सतह की स्थितियों में अंतर पर जोर दें जो प्रत्येक शासन को परिभाषित करते हैं।
