

Total No. of Questions : 8]

[Total No. of Printed Pages : 7

Roll No .....

## CM-502-CBGS

### B.Tech., V Semester

Examination, June 2020

## Choice Based Grading System (CBGS)

### Heat 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) Draw neat sketch and assume suitable data wherever you required.

जहाँ भी आवश्यक हो वहाँ स्वच्छ चित्र बनाइये और उचित डाटा मान लें।

iv) Use of steam table, thermodynamics material property and Radiation charts are permitted.

स्टीम टेबल, थर्मोडायनेमिक तत्व गुण और रेडियेशन चार्ट के उपयोग की अनुमति है।

v) 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) Define thermal conductivity and heat transfer coefficient.

थर्मल चालकता और गर्मी हस्तांतरण गुणांक परिभाषित करें।

b) Determine the heat flow across a plane wall of 10 cm thickness with a constant thermal conductivity of 8.5 W/mK when the surface temperatures are steady at 100°C and 30°C. The wall area is 3m<sup>2</sup>. Also find the temperature gradient in the flow direction.

CM-502-CBGS

PTO

[2]

8.5 W/mK की निरंतर तापीय चालकता के साथ 10 सेमी मोटाई की समतल दीवार के पार ऊष्मा के प्रवाह का निर्धारण सतह के तापमान 100 डिग्री सेल्सियस और 30 डिग्री सेल्सियस पर स्थिर होने के साथ करें। दीवार क्षेत्र 3 मी<sup>2</sup> है। साथ ही प्रवाह की दिशा में तापमान प्रवणता भी खोजें।

2. a) Write a short note on insulating materials.

इन्सुलेट सामग्री पर एक छोटा नोट लिखें।

- b) Two slabs are placed in contact, but due to roughness, only 40% of area is in contact and the gap in the remaining area is 0.02 mm thick and is filled with air. The slabs are 10 cm thick each and their conductivities are 15.5 W/mK and 200 W/mK. The temperature of the face of the hot surface is at 250°C and the outside surface of the other slab is at 35°C. Determine the heat flow and the contact resistance. The conductivity of air is 0.0321 W/mK.

दो स्लैब संपर्क में रखे गए हैं, लेकिन खुरदरापन के कारण, केवल 40% क्षेत्र संपर्क में है और शेष क्षेत्र में अंतराल 0.02 मिमी मोटी है और हवा से भरा है। स्लैब प्रत्येक 10 सेमी मोटे हैं और उनकी चालकता 15.5 W/mK और 200 W/mK हैं। गर्म सतह के चेहरे का तापमान 250 डिग्री सेल्सियस और अन्य स्लैब की बाहरी सतह 35 डिग्री सेल्सियस पर होता है। गर्मी का प्रवाह और संपर्क प्रतिरोध निर्धारित करें। हवा की चालकता 0.0321 W/mK है।

3. a) Prove that for the laminar flow in smooth tubes, the Nusselt number under uniform heat flux condition is 4.364.

साबित करें कि चिकनी सतह ट्यूब में लेमिनार प्रवाह के लिए, समान गर्मी flux स्थिति के तहत Nusselt संख्या 4.364 है।

CM-502-CBGS

Contd...

[3]

- b) A pipe carrying steam at  $230^{\circ}\text{C}$  has an internal diameter of 12 cm and the pipe thickness is 7.5 cm. The conductivity of the pipe material is  $49 \text{ W/mK}$  the convective heat transfer coefficient on the inside is  $85 \text{ W/m}^2\text{K}$ . The pipe is insulated by two layers of insulation one of 5 cm thickness of conductivity  $0.15 \text{ W/mK}$  and over it another 5 cm thickness of conductivity  $0.48 \text{ W/mK}$ . The outside is exposed to air at  $35^{\circ}\text{C}$  with a convection coefficient of  $18 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Determine the heat loss for 5 m length. Also determine the interface temperature and the overall heat transfer coefficient based on inside and outside areas.

230 डिग्री सेल्सियस पर भाप ले जाने वाले पाइप का आंतरिक व्यास 12 सेमी है और पाइप की मोटाई 7.5 मिमी है। पाइप सामग्री की चालकता  $49 \text{ W/mK}$  है अंदर पर संक्रामक गर्मी अंतरण गुणांक  $85 \text{ W/m}^2\text{K}$  है। पाइप इन्सुलेशन की दो परतों द्वारा इन्सुलेटेड है, जो चालकता के 5 सेमी मोटाई  $0.15 \text{ W/mk}$  और इसके ऊपर की चालकता  $0.48 \text{ W/mK}$  की एक और 5 सेमी मोटाई है। बाहर  $18 \text{ W/m}^2\text{K}$  के संक्रामक गुणांक के साथ  $35$  डिग्री सेल्सियस पर हवा के संपर्क में है। 5 मीटर लंबाई के लिए गर्मी का नुकसान निर्धारित करें। इसके अलावा अंदर और बाहर क्षेत्रों के आधार पर इंटरफ़ेस तापमान और समग्र गर्मी हस्तांतरण गुणांक निर्धारित करें।

4. a) Derive the equation of Reynolds-Colburn analogy.  
रेनॉल्ड्स-कोलबर्न सादृश्य के समीकरण को प्राप्त करें।
- b) Air at  $20^{\circ}\text{C}$  flows over plate at  $60^{\circ}\text{C}$ . The temperature at a location 0.5 mm from the surface is measured as  $40^{\circ}\text{C}$ . Determine the value of local convective heat transfer coefficient. The thermal conductivity may be taken as  $0.2656 \text{ W/mK}$ .

[4]

20°C पर वायुमंडल 60°C पर प्लेट पर बहती है। सतह से 0.5 मिमी के स्थान पर तापमान 40 डिग्री सेल्सियस के रूप में विभाजित हो जाता है। स्थानीय संवहनी गर्मी हस्तांतरण गुणांक का मान निर्धारित करें। तात्विक चालकता को 0.2656 W/mK. के रूप में लिया जा सकता है।

5. a) Air at 20°C and one atmosphere flows over a surface at 100°C with a free stream velocity of 6 m/s. Determine the values of Reynolds number, thermal and hydrodynamic boundary layer thicknesses and the local value and average values of convective heat transfer coefficients at distances of 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25 m from the leading edge. Also determine the length at which the flow turns to turbulent taking critical Reynolds number as  $5 \times 10^5$ .

20 डिग्री सेल्सियस पर वायुमंडल और एक atmosphere 6 मीटर/सेकंड की मुक्त धारा वेग के साथ 100 डिग्री सेल्सियस पर एक सतह पर बहती है। रेनॉल्ड्स संख्या, थर्मल और हाइड्रोडायनामिक सीमा परत की मोटाई और स्थानीय मूल्यों और औसत मूल्यों को निर्धारित करें जो आगे वाला किनारा से 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25 की दूरी पर है। इसके अलावा लंबाई निर्धारित करें जिस पर प्रवाह  $5 \times 10^5$  रूप में महत्वपूर्ण रेनॉल्ड्स संख्या को लेकर turbulent हो जाता है।

- b) Determine the heat transfer by convection over a surface of 0.5 m<sup>2</sup> area if the surface is at 160°C and fluid is at 40°C. The value of convective heat transfer coefficient is 25 W/m<sup>2</sup>K. Also estimate the temperature gradient at the surface given  $k = 1$  W/mK.

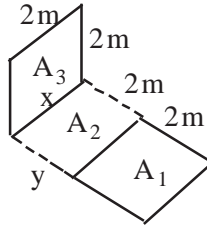
0.5 मीटर<sup>2</sup> क्षेत्र की सतह पर संक्रामकता द्वारा गर्मी हस्तांतरण निर्धारित करें यदि सतह 160 डिग्री सेल्सियस पर है और तरल पदार्थ 40 डिग्री सेल्सियस पर है। संक्रामक ताप अंतरण गुणांक का मान 25 W/m<sup>2</sup>K है।  $k = 1$  W/mK की सतह पर तापमान प्रवणता का भी आकलन करें है।

[5]

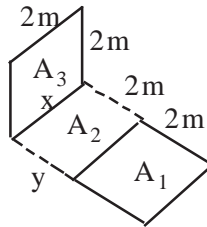
6. a) State the Boltzmann's law for the radiation heat transfer. What is the net heat exchange between two blackbodies, which exchange heat by radiation between themselves only?

गर्मी हस्तांतरण के लिए बोल्ट्जमैन का नियम बताएँ। दो ब्लैक पदार्थों के बीच शुद्ध गर्मी हस्तांतरण क्या है, जो केवल अपने बीच उत्सर्जन द्वारा गर्मी का आदान-प्रदान करता है ?

- b) Determine the shape factor from the surface 1 to surface 3 shown in figure.



आकृति में दिखाए गए सतह 1 से सतह 3 तक के आकार के कारक का निर्धारण करें।



7. a) Differentiate between Filmwise and Dropwise condensations.

Filmwise और Dropwise संगनन के बीच अंतर बताइए।

[6]

- b) Saturated steam at a temperature of 65°C condenses on a vertical surface at 55°C. Determine the thickness of the condensate film at locations 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 m from the top. Also determine the condensate flow, the film Reynolds number, the local and average values of convective heat transfer coefficients at these locations. Also calculate the condensation numbers. The liquid property values at 60°C are

$$\rho_1 = 985 \text{ kg/m}^3, k_1 = 0.6513 \text{ W/mK}, c = 4183 \text{ J/kgK}$$

$$\mu_1 = 4.7083 \times 10^{-4} \text{ kg/ms},$$

$$h_{fg} \text{ at } 65^\circ\text{C} = 2346.2 \text{ kJ/kg}, \rho_v = 1/6.197 \text{ kg/m}^3$$

65 डिग्री सेल्सियस के तापमान पर संतृप्त भाप 55 डिग्री सेल्सियस पर एक ऊर्ध्वाधर सतह पर संघनित हो रही है। शीर्ष से 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 मीटर स्थानों पर घनीभूत फिल्म की मोटाई निर्धारित करें। साथ ही संघन प्रवाह, फिल्म रेनॉल्ड्स संख्या, इन स्थानों पर संवहनी गर्मी हस्तांतरण गुणांकों के स्थानीय और औसत मूल्य निर्धारित करें। संक्षेपण संख्याओं की गणना भी करें। 60°C पर तरल गुण मान हैं।

$$\rho_1 = 985 \text{ kg/m}^3, k_1 = 0.6513 \text{ W/mK}, c = 4183 \text{ J/kgK}$$

$$\mu_1 = 4.7083 \times 10^{-4} \text{ kg/ms},$$

$$h_{fg} \text{ at } 65^\circ\text{C} = 2346.2 \text{ kJ/kg}, \rho_v = 1/6.197 \text{ kg/m}^3$$

8. a) Describe with the help of figures the double pipe, and shell and tube heat exchangers. Discuss the effect of baffles on the flow pattern in the shell and tube heat exchanger.

डबल पाइप, और शैल ट्यूब हीट एक्सचेंजर आकृति की मदद से विवरण करें। शेल और ट्यूब हीट एक्सचेंजर्स में फ्लो पैटर्न पर बेफल्स के प्रभाव पर चर्चा करें।

CM-502-CBGS

Contd...

[7]

- b) Determine the area required in parallel flow heat exchanger to cool oil from 60°C to 30°C using water available at 20°C. The outlet temperature of the water is 26°C. The rate of flow of oil is 10 kg/s. The specific heat of the oil is 2200 J/kg K. The overall heat transfer coefficient  $U = 300 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Compare the area required for a counter flow exchanger.

20°C पर उपलब्ध water का उपयोग करके 60°C से 30°C तक शांत तेल के समानांतर प्रवाह हीट एक्सचेंजर में आवश्यक क्षेत्र का निर्धारण करें। पानी का आउटलेट तापमान 26°C है। तेल के प्रवाह की दर 10 kg/s है। तेल की विशिष्ट गर्मी 2200 J/kg K है। समग्र गर्मी हस्तांतरण गुणांक  $U = 300 \text{ W/m}^2\text{K}$  काउंटर फ्लो एक्सचेंजर के लिए आवश्यक क्षेत्र की तुलना करें।

\*\*\*\*\*