

Roll No.

**ME-701 (GS)**  
**B.Tech., VII Semester**  
 Examination, May 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) Use DATA book if Needed.  
 यदि आवश्यक हो तो डाटा बुक का प्रयोग करें।
- iv) 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. Give the answer in brief with neat sketch (within 100 words)  
 उत्तर संक्षेप में स्वच्छ रेखाचित्र के साथ दीजिए। (100 शब्दों में)
- a) State Lambert's cosine law and its significance. 4  
 लैम्बर्ट का कोज्या नियम और उसका महत्व बताइए।
- b) Explain the need of NTU method over the LMTD method?  
 State the merits and demerits of NTU method over LMTD method. 4  
 LMTD पद्धति पर NTU पद्धति की आवश्यकता की व्याख्या करें?  
 LMTD पद्धति की तुलना में NTU पद्धति के गुण और दोष बताइए।

ME-701 (GS)

PTO

[2]

- c) Define about diffusion and explain Fick's law of diffusion.  
 Explain the term mass diffusivity. 6  
 विसरण की परिभाषा दीजिए तथा फिक के विसरण के नियम की व्याख्या कीजिए। मास डिफ्यूजिविटी शब्द की व्याख्या करें।
2. a) Consider a 0.8 m high and 1.5 m wide double-pane window consisting of two 4 mm thick layers of glass ( $k = 0.78 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ ) separated by a 10 mm wide stagnant air space ( $k = 0.026 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ ), Determine the steady rate of heat transfer through this double-pane window and the temperature of its inner surface for a day during which the room is maintained at  $20^\circ\text{C}$  while the temperature of the outdoors is  $-10^\circ\text{C}$ . Take the convection heat transfer coefficients on the inner and outer surfaces of the window to  $h_1 = 10 \text{ W/m}^2\text{C}$  and  $h_2 = 40 \text{ W/m}^2\text{C}$ , which includes the effects of radiation? 10  
 एक 0.8-मी-ऊँची और 1.5 मी चौड़ी डबल-पैन विंडो पर विचार करें जिसमें कांच की दो 4 मीमी मोटी परतें ( $k = 0.78 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ ) हों, जो 10 मिमी चौड़े स्थिर वायु स्थान से अलग हों ( $k = 0.026 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ ), इस डबल-फलक विंडो के माध्यम से गर्मी हस्तांतरण की स्थिर दर और एक दिन के लिए इसकी आंतरिक सतह का तापमान निर्धारित करें, जिसके दौरान कमरे को  $20$  डिग्री सेल्सियस पर बनाए रखा जाता है जबकि बाहर का तापमान होता है  $-10$  डिग्री सेल्सियस। खिड़की की आंतरिक और बाहरी सतहों पर संवहन गर्मी हस्तांतरण गुणांक को  $h_1 = 10 \text{ W/m}^2\text{C}$  और  $h_2 = 40 \text{ W/m}^2\text{C}$  तक ले जाएं, जिसमें विकिरण के प्रभाव शामिल हैं।
- b) A copper wire of radius 0.5 mm is insulated with a sheathing of thickness 1 mm having a thermal conductivity of  $0.5 \text{ W/m-K}$ . The outside surface convective heat transfer coefficient is  $10 \text{ W/m}^2\text{-K}$ . If the thickness of insulation sheathing is raised by 10 mm, then comment on the electrical current-carrying capacity of the wire. 4

ME-701 (GS)

Contd...

[3]

0.5 मिमी त्रिज्या का एक तांबे का तार  $0.5 \text{ W/m-K}$  की तापीय चालकता वाले 1 मिमी मोटाई के आवरण के साथ अछूता रहता है। बाहरी सतह संवहन गर्मी हस्तांतरण गुणांक  $10 \text{ W/m}^2\text{-K}$  है। यदि इन्सुलेशन शीथिंग की मोटाई 10 मिमी बढ़ा दी जाती है, तो तार की विद्युत धारा-वहन क्षमता पर टिप्पणी करें।

3. a) A stainless steel tube ( $k_s = 19 \text{ W/mK}$ ) of 2 cm ID and 5 cm OD is insulated with 3 cm thick asbestos ( $k_a = 0.2 \text{ W/mK}$ ). If the temperature difference between the innermost and outermost surfaces is  $600^\circ\text{C}$ , Find the heat transfer rate per unit length? 4

2 सेमी ID और 5 सेमी OD की एक स्टेनलेस स्टील ट्यूब ( $k_s = 19 \text{ W/mK}$ ) 3 सेमी मोटी एस्बेस्टस ( $k_a = 0.2 \text{ W/mK}$ ) के साथ अछूता है। यदि अंतरतम और सबसे बाहरी सतहों के बीच तापमान का अंतर  $600^\circ\text{C}$  है, तो प्रति इकाई लंबाई में ऊष्मा अंतरण दर ज्ञात कीजिए।

- b) Derive expression for temperature distribution, under one dimensional steady state heat conduction for a cylinder. 10

एक सिलिंडर के लिए एक आयामी स्थिर स्टेट गर्मी चालन के तहत तापमान वितरण के लिए अभिव्यक्ति प्राप्त करें।

4. a) Derive the momentum equation for hydrodynamic boundary layer over a flat plate. 7

समतल प्लेट पर हाइड्रोडायनामिक सीमा परत के लिए संवेग समीकरण व्युत्पन्न करें।

- b) In a cross-flow heat exchanger, air is heated by water. Air enters the exchanger at  $150^\circ\text{C}$  and a mass flow rate of  $2 \text{ kg/s}$  while water enters at  $900^\circ\text{C}$  and a mass flow rate of  $0.25 \text{ kg/s}$ . The overall heat transfer coefficient is  $250 \text{ W/m}^2\text{-K}$ . If the heat exchanger has a heat transfer area of  $8.4 \text{ m}^2$ , find the exit temperatures of both the fluids. 7

[4]

एक क्रॉस-फ्लो हीट एक्सचेंजर में, हवा को पानी से गर्म किया जाता है। वायु एक्सचेंजर में  $150$  डिग्री सेल्सियस और द्रव्यमान प्रवाह दर  $2$  किग्रा/सेकेंड पर प्रवेश करती है जबकि पानी  $900$  डिग्री सेल्सियस और  $0.25$  किग्रा/सेकेंड की द्रव्यमान प्रवाह दर में प्रवेश करता है। कुल गर्मी हस्तांतरण गुणांक  $250 \text{ W/m}^2\text{-K}$  है। यदि हीट एक्सचेंजर का हीट ट्रांसफर क्षेत्र  $8.4 \text{ m}^2$  है, तो दोनों तरल पदार्थों के निकास तापमान का पता लगाएं।

5. a) A long rod 12 mm square section made of low carbon steel protrudes into air at  $35^\circ\text{C}$  from a furnace wall at  $200^\circ\text{C}$ . The convective heat transfer co-efficient is estimated at  $22 \text{ W/m}^2\text{K}$ . The conductivity of the material is  $51.9 \text{ W/mK}$ . Determine the location from the wall at which the temperature will be  $60^\circ\text{C}$ . Also calculate the temperature at  $80 \text{ mm}$  from base. Attempt the question with derivative approach. 7

कम कार्बन स्टील से बना एक लंबी छड़  $12$  मिमी वर्ग खंड  $200$  डिग्री सेल्सियस पर भट्टी की दीवार से  $35$  डिग्री सेल्सियस पर हवा में फैलता है। संवहनी गर्मी हस्तांतरण गुणांक  $22 \text{ W/m}^2\text{K}$  पर अनुमानित है। सामग्री की चालकता  $51.9 \text{ W/mK}$  है। दीवार से उस स्थान का निर्धारण करें जिस पर तापमान  $60^\circ\text{C}$  होगा। आधार से  $80$  मिमी पर तापमान भी परिकलित करें। व्युत्पन्न दृष्टिकोण के साथ प्रश्न का प्रयास करें।

- b) Explain the Significance of Dimensionless numbers. Write down the advantages and limitations of dimensional analysis. 7

विमरहित संख्याओं का महत्व स्पष्ट कीजिए। विमीय विश्लेषण के लाभ और सीमाएँ लिखिए।

6. a) Derive the momentum equation for hydrodynamic boundary layer over a flat plate. 7

समतल प्लेट पर हाइड्रोडायनामिक सीमा परत के लिए संवेग समीकरण व्युत्पन्न करें।

b) Air at 20°C flows through a tube 8 cm dia with a velocity of 9 m/s. The tube wall is at 80°C. Determine for a tube length of 5 m, the exit temperature of air. 7

20°C पर वायु 9 m/s के वेग से 8 cm व्यास वाली एक नली से प्रवाहित होती है। ट्यूब की दीवार 80 डिग्री सेल्सियस पर है। 5 मीटर की एक ट्यूब की लंबाई, हवा के निकास तापमान के लिए निर्धारित करें।

7. a) Explain the boiling heat transfer phenomenon and regimes of boiling with neat sketch. 7

क्वथन ऊष्मा अंतरण परिघटना तथा क्वथनांक की व्यवस्थाओं को स्वच्छ चित्र के साथ समझाइए।

b) Explain the significance of Shape factor. Determine the shape factor from the base of a cylinder to the curved surface. Also find the shape factor from curved surface to base and the curved surface to itself. 7

आकार कारक के महत्व की व्याख्या करें। बेलन के आधार से वक्र पृष्ठ तक आकृति कारक ज्ञात कीजिए। वक्र पृष्ठ से आधार तक और वक्र पृष्ठ से स्वयं तक आकार गुणक भी ज्ञात कीजिए।

8. a) Define Radiosity and irradiation. 4

रेडियोसिटी और विकिरण को परिभाषित कीजिए।

b) What is Fouling? What are its effects on heat exchanger performance? 4

फाउलिंग क्या है? हीट एक्सचेंजर के प्रदर्शन पर इसके क्या प्रभाव हैं?

c) Explain the condition under which the slope of the hot and cold fluid temperature lines will be equal. Indicate the effect of such condition in the case of counter flow exchangers. 6

उस स्थिति की व्याख्या करें जिसके तहत गर्म और ठंडे द्रव तापमान रेखाओं का ढलान समान होगा। काउंटर फ्लो एक्सचेंजर्स के मामले में ऐसी स्थिति के प्रभाव को इंगित करें।

\*\*\*\*\*