ME-701 (GS)

B.Tech., VII Semester

Examination, May 2024

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 जायगा

1. a) Explain Newton's law of cooling. 2
न्यूटन के शीतलन नियम की व्याख्या करें।

b) Physically, what does the Grashof number represent and how does it differ from Reynolds number? 3
भौतिक रूप से, ग्राशोफ़ संख्या क्या दर्शाती है और यह रेनॉल्ड्स संख्या से कैसे भिन्न है?

c) Write a short note on black body and gray body. 3
काले शरीर और भूरे शरीर पर एक संक्षिप्त लेख लिखें।

d) Explain about Nusselt number and discuss about its physical significance. 3
नुसेल्ट संख्या के बारे में बताइए और इसके भौतिक महत्व के बारे में चर्चा करें।

e) Explain about mass average velocity. 3
द्रव्यमान औसत वेग के बारे में बताइए।

2. a) Derive expression for temperature distribution, under one dimensional steady state heat conduction for a plane wall. 7
एक समतल दीवार के लिए एक आयामी स्थिर अवस्था ताप संचालन के तहत तापमान वितरण के लिए अभिव्यक्ति प्राप्त करें।

b) How is the concept of the critical radius of insulation applied in the design of refrigeration systems? 7
प्रशीतन प्रणालियों के डिजाइन में इन्सुलेशन के महत्वपूर्ण त्रिज्या की अवधारणा को कैसे लागू किया जाता है?

3. a) A cold storage room has walls made of 23 cm of brick on the outside, 8 cm of plastic foam and finally 1.5 cm of wood on the inside. The outside and inside air temperatures are 22°C and –2°C respectively. The inside and outside heat transfer coefficients are respectively 29 and 12 W/m^2.K. The thermal conductivities of brick, foam and wood are 0.98, 0.02 and 0.12 W m.K respectively. If the total wall area is 90 m^2, determine the rate of heat removal by refrigeration and the temperature of the inside surface of the brick. 10

एक कोल्ड स्टोरेज रूम की दीवारें बाहर की तरफ 23 सेमी ईंट, 8 सेमी प्लास्टिक फोम और अंत में अंदर 1.5 सेमी लकड़ी से बनी है। बाहर और अंदर का हवा का तापमान क्रमशः 22°C और -2°C है। आंतरिक और बाहरी ताप अंतरण गुणांक क्रमशः 29 और 12 W/m².K. हैं। ईंट, फोम और लकड़ी की तापीय चालकता क्रमशः 0.98, 0.02 और 0.12 W/m.K यदि दीवार का कुल क्षेत्रफल 90 वर्ग मीटर है, तो प्रशीतन द्वारा गर्मी हटाने की दर और ईंट की आंतरिक सतह का तापमान निर्धारित करें।

b) State and prove Kirchhoff's law of radiation. 4

किरचॉफ के विकिरण के नियम को बताइए और सिद्ध करें।

4. a) Explain the advantages and limitations of dimensional analysis. 6

आयामी विश्लेषण के फायदे और सीमाएँ बताइए।

b) Consider two long, concentric cylindrical surfaces with emissivities of 1, acting as black bodies, where the outer cylinder has a diameter of 0.5 meters and the inner cylinder has a diameter of 0.1 meters. If the outer cylinder is maintained at a temperature of 600°C and the inner cylinder at 1100°C, how can you calculate the net radiant heat exchange between the two cylinders? 8

1 की उत्सर्जन क्षमता वाली दो लंबी, संकेंद्रित बेलनाकार सतहों पर विचार करें, जो काले पिंडों के रूप में कार्य करती हैं, जहाँ बाहरी सिलेंडर का व्यास 0.5 मीटर है और आंतरिक सिलेंडर का व्यास 0.1 मीटर है। यदि बाहरी सिलेंडर को 600°C के तापमान पर और आंतरिक सिलेंडर को 1100°C पर बनाए रखा जाता है, तो आप दोनों सिलेंडरों के बीच शुद्ध विकिरण ताप विनिमय की गणना कैसे कर सकते हैं?

P.T.O.

5. A cylindrical brass rod with a length of 15 cm and a diameter of 2 cm is initially at 500°C. The rod is exposed to an environment at 30°C with a convective heat transfer coefficient of 100 W/(m²·K). The properties of brass are: density ρ = 8500 kg/m³, specific heat C_p=380 J/(kg·K), and thermal conductivity k = 120 W/(m·K). 14

a) Determine if the lumped system analysis can be used for this transient heat transfer problem.

b) If it can be used, find the time required for the center of the rod to cool to 100°C.

15 सेमी लंबाई और 2 सेमी व्यास वाली एक बेलनाकार पीतल की छड़ प्रारंभ में 500°C पर होती है। रॉड को 100 W/(m²·K) के संवहन ताप अंतरण गुणांक के साथ 30°C के वातावरण में उजागर किया जाता है। पीतल के गुण हैं: घनत्व ρ = 8500 kg/m³, विशिष्ट ऊष्मा C_p=380 J/(kg·K), और तापीय चालकता k = 120 W/(m·K)।

अ) निर्धारित करें कि क्या लम्प्ड सिस्टम विश्लेषण का उपयोग इस क्षणिक गर्मी हस्तांतरण समस्या के लिए किया जा सकता है।

ब) यदि इसका उपयोग किया जा सकता है, तो छड़ के केंद्र को 100°C तक ठंडा होने में लगने वाला समय ज्ञात कीजिए।

6. a) Calculate the average co-efficient of heat transfer for natural convection for a vertical plate 30.48 cm high at 51.67°C. The surrounding air is at 25°C. Also calculate the boundary layer thickness at the trailing edge of plate. 7

51.67 डिग्री सेल्सियस पर 30.48 सेमी ऊँची ऊर्ध्वाधर प्लेट के लिए प्राकृतिक संवहन के लिए गर्मी हस्तांतरण के औसत गुणांक की गणना करें। आसपास की हवा 25°C पर है। प्लेट के अनुगामी किनारे पर सीमा परत की मोटाई की भी गणना करें।

b) Derive an expression for logarithmic mean temperature difference in case of parallel flow heat exchanger. 7

समानांतर प्रवाह हीट एक्सचेंजर के मामले में लघुगणक माध्य तापमान अंतर के लिए एक अभिव्यक्ति प्राप्त करें।

7. a) Explain various modes of mass transfer and enumerate its applications. 6

बड़े पैमाने पर स्थानांतरण के विभिन्न तरीकों की व्याख्या करें और इसके अनुप्रयोगों की गणना करें।

b) Vessel contains a binary mixture of oxygen and nitrogen with partial pressures in the ratio 0.21 and 0.79 at 15°C. The total pressure of the mixture is 1.1 bar. 8

Determine : https://www.rgpvonline.com

i) Molar concentration

ii) Mass densities

iii) Mass fractions

iv) Molar fractions of each species

बर्तन में 15 डिग्री सेल्सियस पर 0.21 और 0.79 के अनुपात में आंशिक दबाव के साथ ऑक्सीजन और नाइट्रोजन का एक द्विआधारी मिश्रण होता है। मिश्रण का कुल दबाव 1.1 बार है।

निर्धारित करें:

i) मोलर सांद्रता

ii) द्रव्यमान घनत्व

iii) द्रव्यमान अंश

iv) प्रत्येक प्रजाति के मोलर अंश

8. A new experimental heat sink is designed to cool a high-powe electronic component. The heat sink is made of aluminium and has multiple fins. The heat sink operates in a room where the air temperature is 25°C. You have been tasked with developing a dimensionless model using the Buckingham P theorem to predict the performance of the heat sink. The variable involved are the thermal conductivity (k), the heat transfe coefficient (h), the fin thickness (t), the fin height (L), the temperature difference between the base of the fin and the ai (ΔT), the density of air (ρ), the specific heat of air at constan pressure (cp) and the dynamic viscosity of air (μ). 1

Using the Buckingham Pi theorem, determine the dimensionless groups (Piterms) that govern the heat transfe from the fins.

एक नया प्रायोगिक हीट सिंक एक उच्च-शक्ति इलेक्ट्रॉनिक घटक को ठंड करने के लिए डिजाइन किया गया है। हीट सिंक एल्यूमीनियम से बना है औ इसमें कई पंख हैं। हीट सिंक एक ऐसे कमरे में संचालित होता है जहाँ हव का तापमान 25°C होता है। आपको हीट सिंक के प्रदर्शन की भविष्यवाण करने के लिए बकिंघम पाई प्रमेय का उपयोग करके एक आयामहीन मॉडल विकसित करने का काम सौंपा गया है। इसमें शामिल चर हैं तापीय चालकत (k), ऊष्मा स्थानांतरण गुणांक (h), पंख की मोटाई (t), पंख की ऊँचा (L), पंख के आधार और हवा के बीच तापमान का अंतर (ΔT), हवा व घनत्व (ρ), स्थिर दबाव पर हवा की विशिष्ट गर्मी (cp), और हवा व गतिशील चिपचिपाहट (μ).

बकिंघम पाई प्रमेय का उपयोग करके, आयामहीन समूहों (Pi शब्द) व निर्धारण करें जो पंखों से गर्मी हस्तांतरण को नियंत्रित करते हैं।

*****