

**Fifth Semester
Chemical Engineering
Refinery and Petrochemical Engineering
Scheme July 2008
PROCESS HEAT TRANSFER (502)**

Time : Three Hours

Maximum Marks : 100

Note : i) Attempt total **six** questions. Question No. **8** is compulsory.
From the remaining questions attempt any **five**.

कुल छ: प्रश्न हल कीजिए। प्रश्न क्रमांक **8** अनिवार्य है। शेष प्रश्नों में से किन्हीं पाँच प्रश्नों को हल कीजिए।

ii) 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 heat transfer media? Define thermal conductivity and discuss the effect of temperature on thermal conductivity of gas? 9

हीट ट्रांसफर मीडिया क्या है? थर्मल कंडक्टिवीटी को समझाइए और बताइए की तापमान का गैस की थर्मल कंडक्टिवीटी पर क्या प्रभाव पड़ता है?

b) What is Fourier's law? Give the mathematical expression of one dimensional heat flow for steady state. 9

फोरियर का नियम क्या है? स्टेडी स्टेट के लिए एक डायमेनशियल हीट फ्लो का गणीतीय अभिव्यक्ति दीजिए।

[2]

2. a) A furnace wall is made up of 23 cm of fire brick, 7.5 cm of insulating brick and 8.9cm of red brick. The temperature at the inner surface of wall is 800°C and that of the outer surface is 60°C Average thermal conductivity values of the three types of bricks i.e. fire brick, insulating brick and red brick are 1.04, 0.104 and 0.744 W/m°K respectively. Neglecting resistance of points. Calculate the rate of heat flow and temperature at the interfaces between different kinds of bricks? 14

एक फर्नेस दीवाल को 23 cm की फायर ईट, 7.5 cm की इन्सुलेटिंग ईट तथा 8.9cm की लाल ईट से बनाया गया है अंदर की सतह की दीवाल का तापमान 800°C है और बाहरी सतह का तापमान 60°C है। तीनों ईटों की थर्मल कंडक्टीवीटी जैसे फायर ईट, इन्सुलेटिंग ईट और लाल ईट की 1.04, 0.104 और 0.744 W/m°K हैं। इसमें रेजिस्टेन्स नहीं है। हीट फ्लो की दर को ज्ञात कीजिए और विभिन्न प्रकार की ईटों के बीच का तापमान भी निकालिए।

- b) Give the physical significance of 4
i) Reynold's number
ii) Prandtl number
फिजिकल महत्व दीजिए।
i) रेनाल्ड नम्बर
ii) प्रेंडन्टल नम्बर
3. a) What do you mean by fouling of heat exchangers . 2
हीट एक्सचेंजर की फौलिंग से आप क्या समझते हैं?
- b) Determine the heat transfer coefficient for water flowing in a tube of 20mm diameter at a velocity of 2.5 m/s. The temperature of the tube is 297°K and water enters at 353°K and leaves at 309°K. Use 16
i) Dittus Boelter equation
ii) Sieder Tate equation. properties of water at 331° K i.e at the arithmetic mean bulk temperature are $\rho = 984.1 \text{ kg/m}^3$, $C_p = 4187 \text{ J/kg °K}$, $\mu = 485 \times 10^{-6} \text{ Pa.s}$, $K = 0.657 \text{ W/m °K}$, viscosity of water at 297°K, $\mu_w = 920 \times 10^{-6} \text{ Pa. sec.}$

[3]

20mm की ट्यूब में 2.5 m/s. की वेग से बह रहा है। ट्यूब का तापमान 297°K है और पानी 353°K से अंदर आता है और 309°K. पर बाहर निकलता है।

- i) डिट्रस बाल्टर समीकरण
- ii) सिडर टेट समीकरण का उपयोग करके हीट ट्रांसफर कोफिशिएन्ट ज्ञात कीजिए। 331°K पानी की गुणवत्ता है जैसे अर्थमेटिक मीन बल्क तापमान पर $\rho = 984.1\text{kg/m}^3$, $C_p = 4187 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{K}$, $\mu = 485 \times 10^{-6} \text{ Pa.s}$, $K = 0.657 \text{ W/m } ^{\circ}\text{K}$, पानी की विस्कोसीटी 297°K , $\mu_w = 920 \times 10^{-6} \text{ Pa. S}$ है।

4. a) Differentiate between filmwise and dropwise condensation?

6

फिल्मवाइज और ड्रापवाइज कंडनशेसन के बीच में अंतर बताइए।

b) Hot oil at a rate of 1.2kg/s ($2083 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{K}$) flows through a double pipe heat exchanger. it enters at 633°K and leaves at 573°K cold fluid enters at 303°K and leaves at 400°K . If the overall heat transfer coefficient is $500\text{W/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{K}$. Calculate the heat transfer area for

12

- i) Parallel flow
- ii) Counter current flow

गर्म तेल डबल पाइप हीट एक्सचेंजर में 1.2kg/s ($2083 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{K}$) की दर से बह रहा है। यह 633°K पर आता है और 573°K पर बाहर जाता है। ठंडा फ्लूड 303°K पर आता है और 400°K पर जाता है अगर ओवरऑल हीट ट्रांसफर केफिशिएन्ट $500\text{W/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{K}$ है तो हीट ट्रांसफर एरिया ज्ञात कीजिए इनके लिए

- i) पेरेलेल फ्लो
- ii) काउन्टर करंट फ्लो

[4]

5. a) Which side of shell and tube heat exchanger will you select to pass corrosive, viscous and high pressure fluid? 6

कोरोसिव, विस्क्स तथा ज्यादा दाब तरल को किस जगह से शैल एंड ट्यूब हीट एक्सचेंजर में पास करेंगे।

- b) Give detailed construction and working of plate type heat exchanger with diagram. 12

प्लेट टाइप हीट एक्सचेंजर को उसके निर्माण तथा कार्य के साथ डायग्राम सहित विस्तारपूर्वक समझाइए।

6. a) State and derive Kirchhoff's law of radiation. 4

किरचॉफ नियम से रेडिएशन को बताइए और समझाइए।

- b) A 50 cm ID iron pipe at 423 °K passes through a room in which the surroundings are at temperature of 300 °K. If the emissivity of the pipe metal is 0.8, What is the net interchange of radiation per meter length of pipe. The outside diameter of the pipe is 60cm. Take Stefan Boltzmann constant = $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}^4$. 8

एक 50cm ID के लोहे के पाइप को 423 °K पर रुम में पास कराते हैं जिसका सराउन्डिंग का तापमान 300 °K. है। अगर पाइप मेटल की इमिजवीटी 0.8 है तो रेडिएशन की नेट इंटरचेंज प्रति मी. लम्बाई पाइप क्या होगी। पाइप की बाहरी डायमीटर 60cm. है। स्टीफन बोल्ट्समेन कॉनस्टेंट = $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}^4$ है।

- c) Explain different regimes of pool boiling of saturated liquid with neat sketch. 6

साफ चित्र के साथ संतृप्त तरल के पुल उबलने के अलग-अलग नियम समझाइए।

[5]

7. An evaporator is operating at atmospheric pressure. It is desired to concentrate a feed from 5% solute to 20% solute by weight at a rate of 5000 kg/hr. Dry saturated steam at a pressure corresponding to the saturation temperature 399°K is used. The feed is at 298°K and the boiling point rise is 5°K. The overall heat transfer coefficient is 2350 W/m² °K. Calculate the economy of the evaporation and the area of the heat transfer to be provided Data- Treating solutions as a pure water and neglecting the BPR, the latent heat of condensation of steam at 399°K is 2185 KJ/kg. Latent heat of vaporization of water at 101.325 kPa and 373°K = 2257 KJ/kg and specific heat of feed is 4.187 KJ/kg°K. 18

एक इवेपोरेटर को एटमासफेरिक दाब पर आपरेट किया है। इसमें साल्यूट को 5% से 20% तक फीड को कानसन्ट्रेट किया जाता है भार द्वारा 5000 kg/hr. की दर से सूखी सेच्युरेटेड स्टीम को दाब पर सेच्युरेशन तापमान 399°K इसी के लिए उपयोग किया गया है। फीड 298°K पर है और बाइलिंग पाइन्ट राइज 5°K है। ओवरआल हीट ट्रांसफर कोफिशिएन्ट 2350 W/m² °K. है। इवेपोरेटर की इकानामी और हीट ट्रांसफर का क्षेत्रफल ज्ञात कीजिए। डाटा-प्योर पानी घोल के लिए लिया गया है और BPR को नगण्य किया है। लेटेन्ट हीट कंडन्सेशन की स्टीम की 399°K पर 2185 KJ/kg. है। पानी का लेटेन्ट हीट आफ वेपोराइजेशन 101.325 kPa और 373°K पर 2257 KJ/kg है और फीड की स्पेस्फिक हीट 4.187 KJ/kg°K है।

8. Give answer in one word
- i) Why baffles are used in heat exchangers? 1
 - ii) When double pipe heat exchangers are used? 1
 - iii) What is SI unit of fouling factor? 1
 - iv) Nucleate boiling is promoted which surface? 1
 - v) What means 25 percent cut segmental baffles? 1
 - vi) In forced convection the heat transfer depends on which dimensional numbers? 2
 - vii) What is the effect of impurities on thermal conductivity of metal? 2
 - viii) State which basic law governs radiation mode of heat transfer? 1

[6]

एक शब्द में उत्तर दीजिए।

- i) हीट एक्सचेंजर में बेफल्स क्यों उपयोग करते हैं?
- ii) डबल पाइप हीट एक्सचेंजर कब उपयोग करते हैं?
- iii) फालिंग फेक्टर की SI इकाई क्या है?
- iv) न्यूक्लीएट बाइलिंग किस सतह को प्रोमोट करती है?
- v) 25 प्रतिशत कट सेगमेंट्स बेफल्स का क्या मतलब है?
- vi) फोसर्ड कन्वेक्शन में, हीट ट्रांसफर किस डायमेनशनल नंबर किस पर निर्भर करता है?
- vii) मेटल की थर्मल कंडक्टीवीटी पर इम्प्यूरिटी का क्या प्रभाव पड़ता है?
- viii) किस बेसिक नियम को रेडिएशन के हीट ट्रांसफर को बताता है?

