Seat No.: ________ Enrolment No.______________

GUJARAT TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

DIPLOMA ENGINEERING – SEMESTER – IV-EXAMINATION – WINTER 2015

Subject Code: 3340501 Date: 17/12/2015
Subject Name: PROCESS HEAT TRANSFER
Time: 02:30 PM TO 5:00 PM Total Marks: 70

Instructions:

1. **Attempt any five questions.**
2. **Make suitable assumptions wherever necessary.**
3. **Figures to the right indicate full marks.**
4. **Each question carry equal marks (14 marks)**

Q.1 (a) Define Heat Transfer, Conduction, Convection, Radiation, Steady state heat transfer, Fouling Factor, Thermal Resistance. **07**

(b) A steam pipeline, 130/140 mm in diameter is covered with a layer of insulating material of thickness 30 mm. The temperature inside the pipeline is 393 K (120 ^oC) and that of the outside surface of insulation is 313 K (40 ^oC). Calculate the rate of heat loss per 2 m length of pipeline. **07**
Data: k for pipe is 50 W/m.K and k for insulating material is 0.08 W/m.K.

Q.2 (a) (1) Define thermal conductivity and what do you mean by film heat transfer coefficient. **03**

(2) Explain Fourier's low of heat conduction with concept of heat transfer rate,
heat flux and temperature gradient. **04**

(b) Derive a relation for critical radius of insulation for a circular cross-section having length L, r_1 & r_2 as inside and outside radius of pipe and r_3 as outer radius of insulation. k_1 & k_2 be the thermal conductivities of pipe material and insulating material respectively. Inner temperature is T_1 and outer temperature is T_2. Assume ($T_1 > T_2$). **07**

OR

(b) A wall of a furnace 0.124 m thick is constructed of a material having thermal conductivity of 1.3 W/m.K. This will be insulated on the outside with material having an average k of 0.346 W/m.K, so that the heat loss from the furnace will be equal to or less than 1640 W/m^2. The inner surface temperature is 1588 K (1315 ^oC) and the outer 299 K (26 ^oC). Calculate the thickness of insulation required. **07**

Q.3 (a) (1) List out types of heat exchanger based on function and flow pattern. **03**

(2) Draw temperature profile for counter current and co-current double pipe heat exchanger. **04**

(b) Cold fluid is flowing in 1-2 heat exchanger at a rate of 15 m^3/hr. It enters the heat exchanger at 303 K (30 ^oC) and leaves at 318 K (45 ^oC). The hot thermic fluid enters the heat exchanger at the rate of 21 m^3/hr at a temperature of 423 K (150 ^oC) and leaves at 353 K (80 ^oC). Calculate the heat transfer area of 1-2 heat exchange from the following given data: **07**
Assuming the flow is counter current.
Overall heat transfer coefficient = 3100 W/m^2.K
Heat loss = 407 kW
LMTD correction factor = 0.84

OR

Q.3	(a)	Derive an expression for LMTD using temperature profile for parallel flow.	**07**
	(b)	A 50 mm ID iron pipe at 423 K (150 ^oC) passes through a room in which the surroundings are at temperature of 300 K (27 ^oC). If the emissivity of the pipe metal is 0.8, what is the net interchange of radiation energy per meter length of pipe? The outside diameter of pipe is 60 mm. Stefan-Boltzman constant is 5.67×10^{-8} $W/m^2.K^4$.	**07**
Q.4	(a)	(1) What do you mean by natural convection? Give examples of heat transfer by natural convection.	**03**
		(2) State Newton's law of convective heat transfer and differentiate natural convection and forced convection.	**04**
	(b)	Heat is transferred from one fluid to a second fluid across a heat transfer surface. If the heat transfer coefficients for the two fluids are 1.3 and 1.7 $kW/m^2.K$ respectively, the metal is 9 mm thick and the scale coefficient is equivalent to 550 $W/m^2.K$. Calculate the overall heat transfer coefficient. Take thermal conductivity of metal is 20 W/m.K.	**07**
		OR	
Q. 4	(a)	(1) Define Pool Boiling and Nucleate Boiling.	**03**
		(2) Explain significance of Reynolds No., Nusselt No., Prandtl No and Grashof No.	**04**
	(b)	Differentiate between drop-wise condensation and film-wise condensation.	**07**
Q.5	(a)	(1) Define Black body, Gray body and Emissivity.	**03**
		(2) State Kirchhoff's Law and Steafan-Boltzmann's Law of radiation.	**04**
	(b)	Differentiate between Single effect and Multi effect evaporation with flow arrangement.	**07**
		OR	
Q.5	(a)	Define Evaporation, Evaporator Capacity, Evaporator Economy and State Duhring's Rule with its importance in brief.	**07**
	(b)	Describe Falling Film Evaporator with construction, working and neat diagram.	**07**

ગુજરાતી

પ્રશ્ન. ૧	અ	ઉષ્મા વહન, કન્ડકશન, ક્ન્વેકશન, રેડીએશન, અચળ સ્થિતિઉષ્મા વહન, ફોલીંગ પરિબળ અને ઉષ્મા પ્રતિરોધકની વ્યાખ્યા આપો.	૦૭
	બ	૧૩૦/૧૪૦ મીમી વ્યાસ ધરાવતી એક વરાળની પાઈપલાઈન, ૩૦ મીમી જાડાઈ ધરાવતા ઇન્સ્યુલેટીંગ પદાર્થનાસ્તરથી કવર કરેલી છે. પાઈપલાઈનની અંદરનું તાપમાન ૩૯૩ કેલ્વીન (૧૨૦ ડીગ્રી સેન્ટીગ્રેડ) છે અને ઇન્સ્યુલેશનની બહારની સપાટીનું તાપમાન ૩૧૩ કેલ્વીન (૪૦ ડીગ્રી સેન્ટીગ્રેડ) છે. ઉષ્મા વ્યય દર પ્રત્યેક ૨ મીટર પાઈપલાઈનની લંબાઈ માટે ગણો. ડેટા: પાઈપ માટે k = ૫૦ વોટ/મી કેલ્વીન અને ઇન્સ્યુલેટીંગ પદાર્થ માટે k = ૦.૦૮ વોટ/મી કેલ્વીન છે.	૦૭
પ્રશ્ન. ૨	અ	(૧) ઉષ્મા વાહકતાની વ્યાખ્યા આપો અને ફિલ્મ ઉષ્મા વહન ઘટક એટલે શું?	૦૩
		(૨) કન્ડકશનથી થતા ઉષ્મા વહન માટે ફોરીયર્સ નો નિયમ, ઉષ્મા વહન દર, ઉષ્મા ફલક્ષ અને તાપમાન ગ્રેડીયન્ટ નાં વિભાવના સાથે સમજાવો.	૦૪
	બ	સરક્યુલર ક્રોસ સેક્શન માટે ઇન્સ્યુલેશન ની ક્રીટીકલ રેડીયસ માટેનો સંબધ	૦૭

તારવો કે જેની લંબાઈ L, r_1 અને r_2 એ પાઈપની અંદરની અને બહારની ત્રિજ્યા અને r_3 એ ઈન્સ્યુંલેશનની બહારની ત્રિજ્યા છે. k_1 એ પાઈપના પદાર્થની ઉષ્મા વાહકતા અને k_2 એ ઇન્સ્યુલેટીંગ પદાર્થની ઉષ્મા વાહકતા છે. અંદરનું તાપમાન T_1 છે અને બહારનું તાપમાન T_2 છે. ધારીલો કે $T_1 > T_2$ છે.

અથવા

બ એક ભઠ્ઠીની દીવાલ કે જેની જાડાઈ ૦.૧૨૪ મીટર છે તે જે પદાર્થની બનાવેલી છે તેની ઉષ્મા વાહકતા ૧.3 વોટ/મી કેલ્વીન છે. આની બહારની બાજુ જે પદાર્થથી ઇન્સ્યુલેટેડ કરેલી છે તેની એવરેજ ઉષ્મા વાહકતા ૦.3૪૬ વોટ/મી કેલ્વીન છે. તેથી ભઠ્ઠીથી ઉષ્મા વ્યય ૧૬૪૦ વોટ/મીટર² જેટલો અથવા તેનાથી ઓછો હોઈ શકે. અંદરની સપાટીનું તાપમાન ૧૫૮૮ કેલ્વીન (૧૩૧૫ ડીગ્રી સેન્ટીગ્રેડ) અને બહારનું ૨૯૯ કેલ્વીન (૨૬ ડીગ્રી સેન્ટીગ્રેડ) છે. તો ઇન્સ્યુલેશનની જરૂરી જાડાઈ શોધો. ૦૭

પ્રશ્ન. 3 અ (૧) કાર્યનાં આધારે અને પ્રવાહનાં પેટર્ન નાં આધારે ઉષ્મા એક્ષચેન્જરનાં પ્રકારની યાદી તૈયાર કરો. ૦3

(૨) ડબલ પાઈપ ઉષ્મા એક્ષચેન્જર માટે પ્રતિપ્રવાહ અને સમાંતર પ્રવાહની તાપમાન રેખાકૃતિ દોરો. ૦૪

બ ૧-૨ ઉષ્મા એક્ષચેન્જરમાં ઠંડુ તરલ ૧૫ મી³/કલાક નાં દરથી વહે છે. તે ઉષ્મા એક્ષચેન્જરમાં 3૦3 કેલ્વીન (3૦ ડીગ્રી સેન્ટીગ્રેડ) એ દાખલ થાય છે અને 3૧૮ કેલ્વીન (૪૫ ડીગ્રી સેન્ટીગ્રેડ) એ બહાર નીકળે છે. ગરમ થર્મિક તરલ ઉષ્મા એક્ષચેન્જરમાં ૨૧ મી³/કલાકનાં દરે અને ૪૨3 કેલ્વીન (૧૫૦ ડીગ્રી સેન્ટીગ્રેડ) તાપમાને દાખલ થાય છે અને 3૫3 કેલ્વીન (૮૦ ડીગ્રી સેન્ટીગ્રેડ) તાપમાને બહાર નીકળે છે. ૧-૨ ઉષ્મા એક્ષચેન્જરમાં ઉષ્મા વહન ક્ષેત્રફળની ગણત્રી નીચે આપેલી માહિતીની મદદથી કરો. ધારોકે વહન પ્રતીપ્રવાહ છે. ૦૭

ઓવરઓલ ઉષ્મા વહન ઘટક = 3૧૦૦ વોટ/મી² કેલ્વીન

ઉષ્મા વ્યય = ૪૦૭ કિલોવોટ, એલએમટીડી સુધારા પરિબળ = ૦.૮૪

અથવા

પ્રશ્ન. 3 અ એલએમટીડી માટેની પદાવલી સમાંતર પ્રવાહ માટે તાપમાન રેખાકૃતીની મદદથી તારવો. ૦૭

બ એક ૫૦ મીમી ની લોખંડની પાઈપ ૪૨3 કેલ્વીન (૧૫૦ ડીગ્રી સેન્ટીગ્રેડ) તાપમાને એક રૂમમાંથી પસાર થાય છે કે જેમાં આજુબાજુનું તાપમાન 3૦૦ કેલ્વીન (૨૭ ડીગ્રી સેન્ટીગ્રેડ) છે. જો પાઈપના ધાતુની ઈમીઝીવીટી ૦.૮ છે, તો રેડીએશન ઉર્જાનું કુલ વિનિમય પ્રત્યેક એક મીટર પાઈપ લંબાઈ એ કેટલું થશે? પાઈપનો બહારનો વ્યાસ ૬૦ મીમી છે. સ્ટીફન-બોલ્ટ્ઝમેન અચળાંક ૫.૬૭ * ૧૦⁻⁸ વોટ/મી² કેલ્વીન⁴ છે. ૦૭

પ્રશ્ન. ૪	અ	(૧) કુદરતી ક્ન્વેકશન એટલે શું? કુદરતી ક્ન્વેકશન દ્વારા ઉષ્મા વહન નાં ઉદાહરણ આપો.	03
		(૨) ક્ન્વેકટીવ ઉષ્મા વહન માટે ન્યુટનનો નિયમ આપો અને કુદરતી ક્ન્વેકશન અને ફોર્સ્ડ ક્ન્વેકશન વચ્ચેનો તફાવત સમજાવો.	૦૪
	બ	ઉષ્માનું વહન એક તરલ થી ઉષ્મા વહન સપાટીની બીજી બાજુ બીજા તરલમાં થાય છે. જો ઉષ્મા વહન ઘટક બે તરલો માટે ૧.૩ અને ૧.૭ કિલોવોટ/મી^{૨} કેલ્વીન રીસ્પેકટીવલી છે, ધાતુની જાડાઈ ૯ મીમી છે અને સ્કેલ ઘટક ૫૫૦ વોટ/મી^{૨}કેલ્વિન બરાબર છે તો ઓવરઓલ ઉષ્મા વહન ઘટક શોધો. ધાતુની ઉષ્મા વાહકતા ૨૦ વોટ/મીકેલ્વીન લો.	૦૭

અથવા

પ્રશ્ન. ૪	અ	(૧) પુલ બોઈલીંગ અને ન્યુક્લિએટ બોઈલીંગની વ્યાખ્યા આપો.	03
		(૨) રેયનોલ્ડ નં., નસેલ્ટ નં., પ્રેડલ નં. અને ગ્રેષોફ નં. નું મહત્વ સમજાવો.	૦૪
	બ	ડ્રોપવાઈઝ કન્ડેન્શેશન અને ફિલ્મવાઈઝ કન્ડેન્શેશન વચ્ચેનો તફાવત સમજાવો.	૦૭
પ્રશ્ન. ૫	અ	(૧) બ્લેક બોડી, ગ્રે બોડી અને ઈમીઝીવીટી ની વ્યાખ્યા આપો.	03
		(૨) રેડીએશન માટે કીર્ચોફનો નિયમ અને સ્ટીફન-બોલ્ટ્ઝમેનનો નિયમ લખો.	૦૪
	બ	સિંગલ ઈફેક્ટ ઈવેપોરેશન અને મલ્ટી ઈફેક્ટ ઈવેપોરેશન વચ્ચેનો તફાવત પ્રવાહની ગોઠવણી સહિત સમજાવો.	૦૭

અથવા

પ્રશ્ન. ૫	અ	ઈવેપોરેશન, ઈવેપોરેટર કેપેસીટી, ઈવેપોરેટર ઈકોનોમી ની વ્યાખ્યા આપો અને ડુહરીંગનો નિયમ તેના મહત્વ સાથે ટુકમાં આપો.	૦૭
	બ	ફોલીંગફિલ્મ ઈવેપોરેટર નું કન્સ્ટ્રકશન અને વર્કિંગ સ્વચ્છ આકૃતિ સહિત વર્ણવો.	૦૭

****