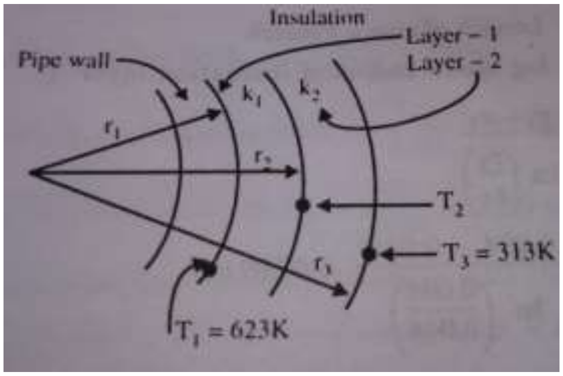
Uka Tarsadia University (Diwaliba Polytechnic)
Diploma in Chemical Engineering
Assignment (Heat Transfer)

Unit-1 HEAT TRANSFER BY CONDUCTION

Answer the following.

1) Derive an expression for flat plate with variable thermal conductivity ‘k’
ફ્લેટ પ્લેટ માટે ચલિત થર્મલ કન્ડક્ટીવીટીનું સમીકરણ તારવો.
2) Draw and explain the chart of optimum thickness of insulation.
અવાહક પદાર્થની શ્રેષ્ઠ જાડાઇ દર્શાવતો ચાર્ટ દોરી સમજાવો.
3) 88 mm O.D. pipe is insulated with a 50 mm thickness of an insulation having mean thermal conductivity of 0.087 W/mK and 30 mm thickness of an insulation having mean thermal conductivity of 0.064 W/mK. If the temperature of the outer surface of the pipe is 623 K (350°C) and the temperature of the outer surface of the insulation is 313 K (40°C), calculate the heat loss per metre of the pipe.
૮૮ મી.મી. બહારનો વ્યાસ ધરાવતા અવાહકની જાડાઇ જો ૫૦ મી.મી. હોયતો તેની વાહકતા ૦.૦૮૭ W/mK અને અવાહકની જાડાઇ જો ૩૦ મી.મી. હોયતો તેની વાહકતા ૦.૦૬૪ W/mK છે. જો પાઇપની બહારનું તાપમાન ૬૨૩ K (૩૫૦ ^{o}C) અને અવાહકની બહારનું તાપમાન ૩૧૩ K (૪૦ ^{o}C) હોયતો મીટરદીઠ પાઇપમાંથી થતો ઉષ્માવ્યય શોધો. જુઓ આકૃતિ



4) Explain Fourier’s law of heat conduction.
ઉષ્માવહન (કન્ડકશન) માટે ફોરિયરનો નિયમ સમજાવો.
5) Derive an expression for heat flow through a sphere.
ગોળા માટે ઉષ્મા પ્રસરણનું સમીકરણ તારવો.
6) A 50 mm diameter pipe of circular cross section and with walls 3 mm thick is covered with two concentric layers of lagging, the inner layer having a thickness of 25 mm and thermal conductivity of 0.08 W/mK and the outer layer having thickness of 40 mm and a thermal conductivity of 0.04 W/mK. Estimate the rate of heat loss per meter length of pipe if the temperature inside the pipe is 550 K (277°C) and the outside surface temperature is 330 K (57°C). k for pipe is 45 W/mK.
એક પાઇપનાં આડછેદનો વ્યાસ ૫૦ મી.મી. છે અને પાઇપ દિવાલની જાડાઇ ૩ મી.મી. છે. આ પાઇપની ફરતે એક પછી એક એમ બે સ્તર આવેલા છે. અંદરના સ્તરની જાડાઇ ૨૫ મી.મી. અને તેની વાહકતા

૦.૦૮ W/mK જ્યારે બહારનાં સ્તરની જાડાઇ ૪૦ મી.મી. અને તેની વાહકતા ૦.૦૪ W/mK. જો ૪૫ W/mK ઉષ્માવાહકતા ધરાવતા પાઇપની અંદરની સપાટીનું તાપમાન ૫૫0 K (૨૭૭ °C) અને બહારની સપાટીનું તાપમાન 330 K (૫૭ °C) હોય તો મિટર લંબાઇદીઠ પાઇપમાંથી થતો ઉષ્માવ્યય શોધો.

7) Explain conduction in detail with examples.
ઉષ્માવહન (કન્ડકશન) ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.

8) Derive an expression for heat flow through a cylinder.
નળાકાર માટે ઉષ્મા પ્રસરણનું સમીકરણ તારવો.

9) It is necessary to insulate a flat surface so that the rate of heat loss per unit area of this surface does not exceed 450 W/m^2. The temperature difference across the insulating layer is 500 K (227°C). Evaluate the thickness of insulation if the insulation is made of asbestos cement having thermal conductivity of 0.11 W/mK.
ફ્લેટ સપાટી પર એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ ઉષ્માવ્યયનો દર 450 W/m^2 થી વધારે ન થાય તે માટે ફ્લેટ સપાટી પર અવાહક પડ ચઢાવવામાં આવે છે. અવાહક પડ માટે તાપમાનનો તફાવત 500 K (227°C) છે. જો 0.11 W/mK જેટલી થર્મલ કન્ડક્ટીવીટી ધરાવતી એસ્બેસ્ટોસ સિમેન્ટ શીટનું અવાહક પડ હોય તો તેની જાડાઇની ગણતરી કરો.

10) Explain thermal conductivity for heat conduction.
ઉષ્માવહન (કન્ડકશન) માટે થર્મલ કન્ડક્ટીવીટીની માહિતિ આપો.

11) Derive an expression for compound resistances in series/ conduction though a composite plane wall.
શ્રેણીમાં રહેલા સંયોજિત અવરોધો માટેનું સમીકરણ તારવો.

12) It is necessary to insulate a flat surface so that the rate of heat loss per unit area of this surface does not exceed 500 W/m^2. The temperature difference across the insulating layer is 450 K (177°C). Evaluate the thickness of insulation if the insulation is made of asbestos cement having thermal conductivity of 0.84 W/mK.
ફ્લેટ સપાટી પર એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ ઉષ્માવ્યયનો દર 500 W/m^2 થી વધારે ન થાય તે માટે ફ્લેટ સપાટી પર અવાહક પડ ચઢાવવામાં આવે છે. અવાહક પડ માટે તાપમાનનો તફાવત 450 K (177°C) છે. જો 0.11 W/mK જેટલી થર્મલ કન્ડક્ટીવીટી ધરાવતી એસ્બેસ્ટોસ સિમેન્ટ શીટનું અવાહક પડ હોય તો તેની જાડાઇની ગણતરી કરો.

13) Explain the characteristics of insulating materials.
અવાહક પદાર્થોની ખાસિયતો (લાક્ષણિકતાઓ) લખો.

14) Derive an expression for plane wall with variable thermal conductivity ‘k’.
સમતલ માટે ચલિત થર્મલ કન્ડક્ટીવીટીનું સમીકરણ તારવો.

15) A hollow sphere has an inside surface temperature 573 K (300°C) and an outside surface temperature 303 K (30°C). Find the heat loss by conduction from the sphere having an inside diameter of 50 mm and outside diameter of 150 mm. Data: The thermal conductivity of the sphere material is 17.45 W/(m.K).
પોલા ગોળાનાં અંદરના ભાગની સપાટીનું તાપમાન 573 K (300°C) અને બહારનાં ભાગની સપાટીનું તાપમાન 303 K (30°C) છે. જો પોલા ગોળાનો અંદરનો વ્યાસ 50 mm અને બહારનો વ્યાસ 150 mm

હોય તો ઉષ્માવહન (કન્ડકશન) દ્વારા થતો ઉષ્માવ્યય શોધો. ડેટા: ગોળાની થર્મલ કન્ડક્ટીવીટી 17.45 W/(m.K) છે.

Unit-2 HEAT TRANSFER BY CONVECTION

Answer the following.

1) Give explanation about convection.
   ઉષ્માનયન વિશે સમજાવો.
2) Air at a temperature of 623 K (350°C) flows over a flat plate 0.4 m wide and 2 m long at a velocity of 9 m/s. If the plate is to be maintained at 451 K (178°C), calculate the rate of heat to be removed continuously from the plate.
   Data: properties of air at mean temperature are:
   Kinematic viscosity = 3.90×10^{-4} m^2/s
   Thermal conductivity = 36.4×10^{-3} W/mK
   $N_{Pr} = 0.69$
   0.4 m પહોળી અને 2 m લાંબી ફ્લેટ પ્લેટ પરથી 623 K (350°C) તાપમાન અને 9 m/s ના વેગથી હવા પસાર થાય છે. જો પ્લેટનું તાપમાન 451 K (178°C) જેટલુ જાળવવામાં આવે તો પ્લેટમાંથી સતત મુક્ત થતી ઉષ્માનો દર શોધો.
   ડેટા:
   સરેરાશ તાપમાને હવાનાં ગુણધર્મો:
   કાઇનેમેટિક સ્નિગ્ધતા = 3.90×10^{-4} m^2/s
   ઉષ્મીય વાહકતા= 36.4×10^{-3} W/mK
   NPr = 0.69
3) Describe the types of convection.
   ઉષ્માનયનનાં પ્રકારો વર્ણવો.
4) Air at a temperature of 523 K (250°C) flows over a flat plate 0.3 m wide and 1 m long at a velocity of 8 m/s. If the plate is to be maintained at 351 K (78°C), calculate the rate of heat to be removed continuously from the plate.
   Data: properties of air at mean temperature are:
   Kinematic viscosity = 3.90×10^{-4} m^2/s
   Thermal conductivity = 36.4×10^{-3} W/mK
   $N_{Pr} = 0.69$

0.3 m પહોળી અને 1 m લાંબી ફ્લેટ પ્લેટ પરથી 523 K (250°C) તાપમાન અને 8 m/s ના વેગથી હવા પસાર થાય છે. જો પ્લેટનું તાપમાન 351 K (78°C) જેટલુ જાળવવામાં આવે તો પ્લેટમાંથી સતત મુક્ત થતી ઉષ્માનો દર શોધો.

ડેટા:

સરેરાશ તાપમાને હવાનાં ગુણધર્મો:

કાઇનેમેટિક સ્નિગ્ધતા = 3.90×10^{-4} m^2/s

ઉષ્મીય વાહકતા= 36.4×10^{-3} W/mK

NPr = 0.69

5) Differentiate between free convection and forced convection.
મુક્ત ઉષ્માનયન અને બલ ઉષ્માનયન વચ્ચેનો તફાવત લખો.

6) Determine the heat transfer coefficient for water flowing in a tube of 20 mm diameter at a velocity of 6 m/s. The temperature of the tube is 301 K (28°C) and water enters at 357 K (84°C) and leaves at 313 K (40°C). Use Dittus- Boelter equation.
Data: Properties of water at 331 K (58°C), i.e. at the arithmetic mean-bulk temperature are:
$\rho = 984.1$ kg/m^3, $C_p = 4187$ J/kg.K, $\mu = 485 \times 10^{-6}$ Pa.s, k= 0.657 W/mK, Viscosity of water at 297 K (24^{0}C), $\mu_w = 920 \times 10^{-6}$ Pa.s.
Formula used for Dittus-Boelter equation:
$N_{Nu} = 0.023\,(N_{Re})^{0.8}\,(N_{Pr})^{0.3}$
$N_{Pr} = C_p\mu/k$

20 mm વ્યાસ ધરાવતી ટ્યુબમાં 6 m/s નાં વેગથી પાણી પસાર થાય છે તો ઉષ્મા પ્રસરણ સહગુણાંક શોધો. ટ્યુબનું તાપમાન 301 K (28°C) છે. ટ્યુબમાં દાખલ થતા પાણીનું તાપમાન 357 K (84°C) અને બહાર નિકળતા પાણીનું તાપમાન 313 K (40°C) છે. ડીટ્ટસ બોલ્ટર સમિકરણનો ઉપયોગ કરો.

ડેટા: 331 K (58°C) તાપમાને પાણીનાં ગુણધર્મો નીચે મુજબ છે.
$\rho = 984.1$ kg/m^3, $C_p = 4187$ J/kg.K, $\mu = 485 \times 10^{-6}$ Pa.s, k= 0.657 W/mK, 297 K (24^{0}C) તાપમાને પાણીની સ્નિગ્ધતા $\mu_w = 920 \times 10^{-6}$ Pa.s.

ડીટ્ટસ બોલ્ટર સમિકરણ, $N_{Nu} = 0.023\,(N_{Re})^{0.8}\,(N_{Pr})^{0.3}$
$N_{Pr} = C_p\mu/k$.

7) Explain about heat transfer coefficient for convection.
ઉષ્માનયન માટે ઉષ્મા પ્રસરણ સહગુણાંક વિશે સમજાવો.

8) Draw the neat sketch for the temperature gradient in forced convection and explain it.
બલ ઉષ્માનયનમાં તાપમાન પ્રચલન દર્શાવતી આકૃતિ દોરી સમજાવો.

9) What is fouling factor ‘Rd’? Explain it with example.
ફાઉલીંગ ફેક્ટર ‘Rd’ એટલે શું? ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.

10) Determine the heat transfer coefficient for water flowing in a tube of 16 mm diameter at a velocity of 3 m/s. The temperature of the tube is 297 K (24^oC) and water enters at 353 K (80^oC) and leaves at 309 K (36^oC). Use Dittus- Boelter equation.
Data: Properties of water at 331 K (58^oC), i.e. at the arithmetic mean-bulk temperature are:
ρ = 984.1 kg/m^3, C_p = 4187 J/kg.K, μ = 485 x 10^{-6} Pa.s, k= 0.657 W/mK, Viscosity of water at 297 K (24^0C), μ_w = 920 x 10^{-6} Pa.s.
Formula used for Dittus-Boelter equation:
$N_{Nu} = 0.023 (N_{Re})^{0.8} (N_{Pr})^{0.3}$
$N_{Pr} = C_p\mu/k$.

16 mm વ્યાસ ધરાવતી ટ્યુબમાં 3 m/s નાં વેગથી પાણી પસાર થાય છે તો ઉષ્મા પ્રસરણ સહગુણાંક શોધો. ટ્યુબનું તાપમાન 297 K (24^oC) છે. ટ્યુબમાં દાખલ થતા પાણીનું તાપમાન 353 K (80^oC) અને બહાર નિકળતા પાણીનું તાપમાન 309 K (36^oC) છે. ડીટ્ટસ બોલ્ટર સમિકરણનો ઉપયોગ કરો.
ડેટા: 331 K (58^oC) તાપમાને પાણીનાં ગુણધર્મો નીચે મુજબ છે.
ρ = 984.1 kg/m^3, C_p = 4187 J/kg.K, μ = 485 x 10^{-6} Pa.s, k= 0.657 W/mK, 297 K (24^0C) તાપમાને પાણીની સ્નિગ્ધતા μ_w = 920 x 10^{-6} Pa.s.
ડીટ્ટસ બોલ્ટર સમિકરણ, $N_{Nu} = 0.023 (N_{Re})^{0.8} (N_{Pr})^{0.3}$
$N_{Pr} = C_p\mu/k$.

11) Explain about free convection and forced convection.
મુક્ત ઉષ્માનયન અને બલ ઉષ્માનયન વિશે સમજાવો.

12) Determine the heat transfer coefficient for water flowing in a tube of 25 mm diameter at a velocity of 8 m/s. The temperature of the tube is 300 K and water enters at 355 K and leaves at 310 K. Use Dittus- Boelter equation.
Data: Properties of water at 331 K (58^oC), i.e. at the arithmetic mean-bulk temperature are:
ρ = 984.1 kg/m^3, C_p = 4187 J/kg.K, μ = 485 x 10^{-6} Pa.s, k= 0.657 W/mK, Viscosity of water at 297 K (24^0C), μ_w = 920 x 10^{-6} Pa.s.
Formula used for Dittus-Boelter equation:
$N_{Nu} = 0.023 (N_{Re})^{0.8} (N_{Pr})^{0.3}$
$N_{Pr} = C_p\mu/k$.

25 mm વ્યાસ ધરાવતી ટ્યુબમાં 8 m/s નાં વેગથી પાણી પસાર થાય છે તો ઉષ્મા પ્રસરણ સહગુણાંક શોધો. ટ્યુબનું તાપમાન 300 K (27 ^oC) છે. ટ્યુબમાં દાખલ થતા પાણીનું તાપમાન 355 K અને બહાર નિકળતા પાણીનું તાપમાન 310 K (37 ^oC) છે. ડીટ્ટસ બોલ્ટર સમિકરણનો ઉપયોગ કરો.

ડેટા: 331 K (58^oC) તાપમાને પાણીનાં ગુણધર્મો નીચે મુજબ છે.

ρ = 984.1 kg/m^3, C_p = 4187 J/kg.K, μ = 485 x 10^{-6} Pa.s, k= 0.657 W/mK, 297 K (24^0C) તાપમાને પાણીની સ્નિગ્ધતા μ_w = 920 x 10^{-6} Pa.s.

ડીટ્ટસ બોલ્ટર સમિકરણ, $N_{Nu} = 0.023\ (N_{Re})^{0.8}\ (N_{Pr})^{0.3}$

$N_{Pr} = C_p\mu/k$.

13) Air at a temperature of 640 K flows over a flat plate 0.5 m wide and 2.5 m long at a velocity of 10 m/s. If the plate is to be maintained at 460 K, calculate the rate of heat to be removed continuously from the plate.
Data: properties of air at mean temperature are:
Kinematic viscosity = 3.90 x 10^{-4} m^2/s
Thermal conductivity = 36.4 x 10^{-3} W/mK
N_{Pr} = 0.69

0.5 m પહોળી અને 2.5 m લાંબી ફ્લેટ પ્લેટ પરથી 640 K તાપમાન અને 10 m/s ના વેગથી હવા પસાર થાય છે. જો પ્લેટનું તાપમાન 460 K જેટલુ જાળવવામાં આવે તો પ્લેટમાંથી સતત મુક્ત થતી ઉષ્માનો દર શોધો.

ડેટા: સરેરાશ તાપમાને હવાનાં ગુણધર્મો:

કાઇનેમેટિક સ્નિગ્ધતા = 3.90 x 10^{-4} m^2/s

ઉષ્મીય વાહકતા= 36.4 x 10^{-3} W/mK

NPr = 0.69

14) Discuss about fouling factor.
ફાઉલીંગ ફેક્ટર વિશે ચર્ચા કરો.

15) Discus about heat transfer coefficient for convection with equation.
સમીકરણ સાથે ઉષ્માનયન માટે ઉષ્મા પ્રસરણ સહગુણાંક વિશે ચર્ચા કરો.

16) Write down application forced convection and natural convection.

મુક્ત ઉષ્માનયન અને બલ ઉષ્માનયનના ઉપયોગો લખો.

Unit 3 HEAT EXCHANGERS

Answer the following.

1) Write down the different steps for transfer of heat.
   ઉષ્માનાં પ્રસરણ માટે વિવિધ સ્ટેપ લખો.
2) Draw the neat sketch fofffffr counter current flow heat exchanger.
   કાઉન્ટર પ્રવાહ હીટ એક્સ્ચેન્જરની સ્વચ્છ આકૃતિ દોરો.
3) It is desired to heat 4450 kg/h of cold benzene from 300 K (27°C) to 322 K (49°C) using hot toluene which is cooled from 344 K (71°C) to 311 K (38°C). The specific gravities are 0.88 and 0.87 respectively. A fouling factor of 1.60 x 10^{-4} (m^2K)/W should be provided for each stream. Calculate the individual heat transfer coefficient based on outside area?
   Data:
   i.d. of inner pipe = 35 mm
   o.d. of inner pipe = 42 mm
   i.d. of outer pipe = 52.5 mm
   Physical properties of benzene and toluene at the average/mean temperatures are:

Property	Benzene	Toluene
C_p, kJ/(kgK)	1.779	1.842
k, W/mK	0.147	0.157
μ, kg/ms	4.09 x 10^{-4}	5.0 x 10^{-4}

   ગરમ ટોલ્યુઇનને 344 K (71°C) થી 311 K (38°C) ઠંડુ પાડીને બેન્ઝિનને 300 K (27°C) થી 322 K (49°C) ગરમ કરવા માટે 4450 kg/h જેટલી ઉષ્માની જરૂર પડે છે. બેન્ઝિનની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટી 0.88 અને ટોલ્યુઇનની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટી 0.87 છે. દરેક પ્રવાહ માટે ફાઉલિંગ ફેક્ટર 1.60 x 10^{-4} (m^2K)/W જેટલો પૂરો પાડવામાં આવે છે. બહારના ક્ષેત્રફળને આધારિત સ્વતંત્ર ઉષ્મા પ્રસરણ સહ ગુણાંક શોધો.
   ડેટા:
   અંદરનાં પાઇપનો અંદરનો વ્યાસ: 35 mm
   અંદરનાં પાઇપનો બહારનો વ્યાસ: 42 mm
   બહારનાં પાઇપનો અંદરનો વ્યાસ: 52.5 mm
   સરેરાશ તાપમાને બેન્ઝિન અને ટોલ્યુઇનનાં ગુણધર્મો. નીચે મુજબ છે.

ગુણધર્મો	બેન્ઝિન	ટોલ્યુઇન
C_p, kJ/(kgK)	1.779	1.842
k, W/mK	0.147	0.157
μ, kg/ms	4.09 x 10^{-4}	5.0 x 10^{-4}

4) Define the terms: (Any Six): 1) Condenser, 2) Cooler, 3) Chiller, 4) Exchanger, 5) Heater, 6) Reboiler, 7) Evaporator
   વ્યાખ્યા આપો (કોઇપણ ૬) : 1) કન્ડેન્સર, 2) કુલર, 3) ચિલર, 4) એક્સ્ચેન્જર, 5) હીટર, 6) રિબોઇલર, 7) ઇવેપોરેટર
5) Explain about fins tube heat exchanger.
   ફિન ટ્યુબ હીટ એક્સ્ચેન્જર વિશે સમજાવો.
6) It is desired to heat 5450 kg/h of cold benzene from 303 K (30°C) to 325 K (52°C) using hot toluene which is cooled from 344 K (71°C) to 311 K (38°C). The specific gravities are 0.88 and 0.87 respectively. A fouling factor of 1.60 x 10^{-4} (m^2K)/W should be provided for each stream. Calculate the log mean temperature difference and amount of heat transfer?

Data:
i.d. of inner pipe = 35 mm
o.d. of inner pipe = 42 mm
i.d. of outer pipe = 52.5 mm
Physical properties of benzene and toluene at the average/mean temperatures are:

Property	Benzene	Toluene
C_p, kJ/(kgK)	1.779	1.842
k, W/mK	0.147	0.157
μ, kg/ms	4.09 x 10^{-4}	5.0 x 10^{-4}

ગરમ ટોલ્યુઇનને 344 K (71°C) થી 311 K (38°C) ઠંડુ પાડીને બેન્ઝિનને 303 K (30°C) થી 325 K (52°C) ગરમ કરવા માટે 5450 kg/h જેટલી ઉષ્માની જરૂર પડે છે. બેન્ઝિનની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટી 0.88 અને ટોલ્યુઇનની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટી 0.87 છે. દરેક પ્રવાહ માટે ફાઉલિંગ ફેક્ટર 1.60 x 10^{-4} (m^2K)/W જેટલો પૂરો પાડવામાં આવે છે. LMTD અને પ્રસરણ પામતી ઉષ્માની ગણતરી કરો.

ડેટા:

અંદરનાં પાઇપનો અંદરનો વ્યાસ: 35 mm

અંદરનાં પાઇપનો બહારનો વ્યાસ: 42 mm

બહારનાં પાઇપનો અંદરનો વ્યાસ: 52.5 mm

સરેરાશ તાપમાને બેન્ઝિન અને ટોલ્યુઇનનાં ગુણધર્મો. નીચે મુજબ છે.

ગુણધર્મો	બેન્ઝિન	ટોલ્યુઇન
C_p, kJ/(kgK)	1.779	1.842
k, W/mK	0.147	0.157
μ, kg/ms	4.09 x 10^{-4}	5.0 x 10^{-4}

7) Derive LMTD for counter flow heat exchangers.
કાઉન્ટર પ્રવાહ હીટ એક્સ્ચેન્જર માટે LMTD તારવો.

8) Differentiate between single pass and multipass shell and tube heat exchanger.
સિંગલ પાસ અને મલ્ટી પાસ શેલ અને ટ્યુબ હીટ એક્સ્ચેન્જર વિશે તફાવત લખો.

9) Explain about Double pipe heat exchanger.
ડબલ પાઇપ હીટ એક્સ્ચેન્જર વિશે સમજાવો.

10) Draw a sketch of Fixed tube sheet heat exchanger.
ફીક્સ ટ્યુબ હીટ એક્સ્ચેન્જરની આકૃતિ દોરો.

11) Derive LMTD for parallel flow heat exchangers
સમાંતર પ્રવાહ હીટ એક્સ્ચેન્જર માટે LMTD તારવો.

12) A parallel flow heat exchanger has a hot and cold water streams flowing through it. The flow rates are 600 kg/h and 1500 kg/h and inlet temperatures are 343 K (70°C) and 298 (25°C) on the hot and cold side respectively. The exit temperature on hot side is required to be 323 K (50°C). Calculate the log mean temperature difference.
સમાંતર પ્રવાહ હીટ એક્સ્ચેન્જર માં ગરમ પ્રવાહ અને ઠંડો પ્રવાહ પસાર થાય છે. ગરમ પ્રવાહ માટે પ્રવાહદર 600 kg/h અને ઠંડા પ્રવાહ માટે પ્રવાહદર 1500 kg/h. અંદર દાખલ થતા ગરમ પ્રવાહનું

તાપમાન 343 K (70°C) અને ઠંડા પ્રવાહનું તાપમાન 298 (25°C) છે. બહાર નિકળતા ગરમ પ્રવાહનું તાપમાન 323 K (50°C) તો LMTD ની ગણતરી કરો.

13) Draw the neat sketch for parallel flow heat exchanger.
સમાંતર પ્રવાહ હીટ એક્સ્ચેન્જરની સ્વચ્છ આકૃતિ દોરો.

14) Discuss about shell and tube heat exchangers.
શેલ અને ટ્યુબ હીટ એક્સ્ચેન્જર વિશે ચર્ચા કરો.

15) Explain about cross flow heat exchanger.
ક્રોસ ફ્લો હીટ એક્સ્ચેન્જર વિશે સમજાવો.

Unit 4 HEAT TRANSFER WITH PHASE CHANGE

Answer the following.

1) What is the difference between evaporation and boiling?
બાષ્પિભવન અને બોઇલિંગ વચ્ચે તફાવત શું છે?

2) Discuss pool boiling of saturated liquid.
સંતૃપ્ત પ્રવાહી માટે પૂલ બોઇલિંગ સમજાવો.

3) What is the difference between sub cooled and saturated boiling?
સબ કુલ અને સંતૃપ્ત બોઇલિંગ વચ્ચે તફાવત શું છે?

4) Discuss filmwise condensation.
ફિલ્મ વાઇઝ કન્ડેન્સેશન વિશે સમજાવો.

5) Differentiate between film and dropwise condensation.
ફિલ્મ વાઇઝ અને ડ્રોપ વાઇઝ કન્ડેન્સેશન વચ્ચેનો તફાવત લખો.

6) Discuss Leidenfrost phenomenon.
લિડનફ્રોસ્ટ ઘટના વિશે ચર્ચા કરો.

7) Explain about heat transfer to boiling liquids.
ઉકળતા પ્રવાહી માટે ઉષ્મા પ્રસરણ સમજાવો.

8) Explain dropwise condensation.
ડ્રોપ વાઇઝ કન્ડેન્સેશન વિશે સમજાવો.

9) What is condensation? How does it occur?
કન્ડેન્સેશન એટલે શું? તે કેવી રીતે થાય છે?

10) Explain the effect of surface tension on bubble formation with figure.
ઉત્પન્ન થતા પરપોટા પર પૃષ્ઠતાણની અસર સમજાવો.

11) Discuss the effect of non-condensable gases on condensation.
કન્ડેન્સેશન પર બિન-સંયુક્ત વાયુઓના પ્રભાવ વિશે ચર્ચા કરો

12) Explain about sub cooled and saturated boiling?
સબ કુલ અને સંતૃપ્ત બોઇલિંગ વિશે સમજાવો.

13) Discuss about condensation of superheated vapour.
સુપરહીટેડ વરાળના કન્ડેન્સેશન વિશે ચર્ચા કરો.
14) Explain about nucleate boiling and transition boiling.
ન્યુક્લીટ બોઇલિંગ અને ટ્રાંજિશન બોઇલિંગ વિશે સમજાવો.
15) Discuss about heat transfer from condensing vapour.
કન્ડેન્સિંગ વરાળમાંથી હીટ ટ્રાન્સફર વિશે ચર્ચા કરો.

Unit 5 THERMAL RADIATION

Answer the following.

1) Define radiation. Give the different examples of thermal radiation.
રેડિયેશન (વિકિરણ) વ્યાખ્યાયિત કરો. થર્મલ રેડિયેશનનાં વિવિધ ઉદાહરણ આપો.
2) Write a note on Planck's Law of radiation and Wien's Displacement Law.
રેડિયેશન માટેનો પ્લાન્કનો નિયમ અને વાઇનનો સ્થાનાંતરનો નિયમ સમજાવો.
3) Calculate the heat loss by radiation from an unlagged horizontal steam pipe, 50 mm o.d. at 377 K (104°C) to air at 283 K (10°C).
બિન અવાહક પડ ધરાવતા સમાંતર સ્ટીમનાં પાઇપમાંથી રેડિયેશન દ્વારા થતો ઉષ્મા વ્યય શોધો. 377 K (104°C) તાપમાન ધરાવતા પાઇપના બહારનો વ્યાસ 50 mm છે અને હવાનું તાપમાન 283 K (10°C) છે.
4) Define absorptivity, Reflectivity and Transmittivity. Draw a figure to show reflection, absorption and transmission.
વ્યાખ્યાયિત કરો: એબ્સોર્બ્ટીવિટી, રિફ્લેક્ટીવિટી, અને ટ્રાન્સ્મીટીવિટી. રિફ્લેકશન, એબ્શોર્પશન અને ટ્રાન્સ્મીશન દર્શાવતી આકૃતિઓ દોરો.
5) Define and explain grey body.
ગ્રે બોડી વ્યાખ્યાયિત કરી સમજાવો.
6) Calculate the heat loss by radiation from an unlagged horizontal steam pipe, 60 mm o.d. at 380 K (107°C) to air at 293 K (20°C).
બિન અવાહક પડ ધરાવતા સમાંતર સ્ટીમનાં પાઇપમાંથી રેડિયેશન દ્વારા થતો ઉષ્મા વ્યય શોધો. 380 K (107°C) તાપમાન ધરાવતા પાઇપના બહારનો વ્યાસ 60 mm છે અને હવાનું તાપમાન 293 K (20°C) છે.
7) Explain Black Body.
બ્લેક બોડી વિશે સમજાવો.
8) State and explain Stefan's-Boltzmann Law of radiation.
રેડિયેશન માટેનો સ્ટિફન બોલ્સ્માનનો નિયમ લખી સમજાવો.
9) Calculate the rate of heat transfer by radiation from an unlagged steam pipe, 50 mm o.d. at 393 K (120°C) to air at 293 K (20°C).

બિન અવાહક પડ ધરાવતા સમાંતર સ્ટીમનાં પાઇપમાંથી રેડિયેશન દ્વારા થતો ઉષ્મા વ્યય શોધો. 393 K (120°C) તાપમાન ધરાવતા પાઇપના બહારનો વ્યાસ 50 mm છે અને હવાનું તાપમાન 293 K (20°C) છે.

10) Explain Kirchoff's Law.
કિર્ચોફનો નિયમ સમજાવો.

11) Write in brief on concept of Black body.
બ્લેક બોડીનો ખ્યાલ ટૂકમાં સમજાવો.

12) A 50 mm i.d. iron pipe at 423 K (150°C) passes through a room in which the surroundings are at temperature of 300 K (27°C). 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.

300 K (27°C) તાપમાન ધરાવતા રૂમના પરિસરમાથી 423 K (150°C) તાપમાન ધરાવતો 50 mm અંદરનો વ્યાસ ધરાવતો પાઇપ પસાર થાય છે. ધાત્વિય પાઇપની એમ્મીસિવિટી ૦.8 છે. એકમ લંબાઇ દીઠ પાઇપમાંથી રેડિયેશનમાં થતો બદલાવ શોધો. પાઇપનો બહારનો વ્યાસ 60 mm છે.

13) Write the statement of Kirchoff's law and prove that emissivity 'e' = absorptivity 'a'.
કિર્ચોફનાં નિયમનું વિધાન લખો અને સાબિત કરો કે એમ્મીસિવિટી 'e' = એબ્સોર્બ્ટીવિટી 'a'.

14) Explain the terms: 1) Monochromatic emissive power, 2) Total emissive power, 3) Monochromatic emissivity
આપેલ શબ્દો સમજાવો: 1) મોનોક્રોમેટિક એમ્મીસિવ પાવર, 2) ટોટલ એમ્મીસિવ પાવર, 3) મોનોક્રોમેટિક એમ્મીસિવિટી

15) Calculate the rate of heat loss from a 6 m long horizontal steam pipe, 60 mm o.d. when carrying steam at 800 kN/m^2. The temperature of atmosphere and surroundings is 290 K.
Data: Take emissivity, e=0.85 and σ= 5.67×10^{-8}W/m^{2}K^4 – Stefan-Boltzmann constant
The film coefficient (h_c) for heat loss by natural convection can be calculated by:
h_c=1.64 (ΔT)$^{0.25}$, W/m^{2}K. Steam is generated at 800 kN/m^2 and 443 K (170°C).

60 mm જેટલો બહારનો વ્યાસ ધરાવતા 6 m લંબાઇ ધરાવતા સ્ટીમનાં પાઇપમાંથી 800 kN/m^2 થી સ્ટીમ પસાર થાય છે. વાતાવરણ અને પરિસરનું તાપમાન 290 K છે.
ડેટા: એમ્મીસિવિટી e=0.85, સ્ટિફન બોલ્સ્માન અચળાંક σ= 5.67×10^{-8}W/m^{2}K^4
કુદરતી ઉષ્માનયન દ્વારા ઉષ્મા વ્યય માટે ફિલ્મ સહગુણાંક નીચે પ્રમાણે છે.
h_c=1.64 (ΔT)$^{0.25}$, W/m^{2}K.
800 kN/m^2 જેટલા દબાણ ધરાવતી સ્ટીમ ઉત્પન્ન થાય છે અને તેનું તાપમાન 443 K (170°C) છે.

Unit 6 EVAPORATION

Answer the following.

1) Explain in detail the properties of evaporating liquids that influence the process of evaporation.

બાષ્પિભવન પદ્ધતિ પર અસર કરતાં બાષ્પિભવિત પ્રવાહીનાં ગુણધર્મો સમજાવો.

2) Explain about Backward Feed process for evaporation.
બાષ્પિભવન માટે બેકવર્ડ ફીડ પદ્ધતિ વિશે સમજાવો.

3) An evaporator operating at atmospheric pressure (101.325 kPa) is fed at the rate of 5000 kg/h of weak liquor containing 5% caustic soda. Thick liquor leaving the evaporator contains 30% caustic soda. Find the capacity of the evaporator.
5 % કોસ્ટિક સોડા ધરાવતા અને 5000 kg/h દર ધરાવતા નિર્બળ લિકરને 101.325 kPa જેટલુ વાતાવરણનું દબાણથી ઓપરેટ થતાં ઇવેપોરેટરમાં દાખલ કરવામાં આવે છે. ઇવેપોરેટરમાંથી બહાર નિકળતા ઘટ્ટ પ્રવાહીમાં ૩૦ % કોસ્ટિક સોડા છે. ઇવેપોરેટરની કેપેસિટી શોધો.

4) Discuss in detail the capacity and evaporator economy.
ઇવેપોરેટરની કેપેસિટી અને ઇકોનોમી વિશે ચર્ચા કરો.

5) Discuss about Forward Feed process for evaporation.
બાષ્પિભવન માટે ફોરવર્ડ ફીડ પદ્ધતિ વિશે સમજાવો.

6) An evaporator operating at atmospheric pressure (101.325 kPa) is fed at the rate of 10000 kg/h of weak liquor containing 4% caustic soda. Thick liquor leaving the evaporator contains 25% caustic soda. Find the capacity of the evaporator.
4% કોસ્ટિક સોડા ધરાવતા અને 10000 kg/h દર ધરાવતા નિર્બળ લિકરને 101.325 kPa જેટલુ વાતાવરણનું દબાણથી ઓપરેટ થતાં ઇવેપોરેટરમાં દાખલ કરવામાં આવે છે. ઇવેપોરેટરમાંથી બહાર નિકળતા ઘટ્ટ પ્રવાહીમાં 25 % કોસ્ટિક સોડા છે. ઇવેપોરેટરની કેપેસિટી શોધો.

7) Explain Boiling Point Elevation for Evaporation.
બાષ્પિભવન માટે બોઇલિંગ પોઇન્ટ એલિવેશન વિશે સમજાવો.

8) What are the precautions to be taken for evaporation?
બાષ્પિભવન વખતે લેવામાં આવતી સાવચેતીઓ લખો.

9) An evaporator is operating at atmospheric pressure. It is desired to concentrate the feed from 10 % solute to 25 % solute (by weight) at a rate of 7000 kg/h. Dry saturated steam at a pressure corresponding to saturation temperature of 403 K (130°C) is used. The feed is at 298 K (25°C) and boiling point rise (elevation) i.e. B.P.E. (B.P.R.) is 5 K. The overall heat transfer coefficient is 2450 W/m^{2}K. Calculate the economy of the evaporator. **Data:** Treating the solution as pure water and neglecting B.P.R., Latent heat of condensation of steam at 403 K = 2200 kJ/kg. Latent heat of vaporisation of evaporation of water at 101.325 kPa and 373 K = 2257 kJ/kg. Specified heat of feed = 4.187 kJ/kgK.

વાતાવરણનાં દબાણ પર ઇવેપોરેટર કામ કરે છે. 7000 kg/h ના દરથી દાખલ થતાં ફીડનાં દ્રાવ્ય ઘટકની વજનની ટકાવારી 10 % થી વધારી 25 % જેટલી કરવામાં આવે છે. સૂકી સંતૃપ્ત સ્ટીમનાં દબાણને સંબંધિત સંતૃપ્ત તાપમાન 403 K (130°C) છે. દાખલ થતા ફીડનું તાપમાન

298 K (25°C) છે. બોઇલિંગ પોઇન્ટ રાઇઝ (એલિવેશન) એટલેકે B.P.E. (B.P.R.) 5 K છે. ઓવર ઓલ ઉષ્મા પ્રસરણ સહગુણાંક 2450 W/m^{2}K છે. ઇવેપોરેટરની ઇકોનોમી શોધો.

ડેટા: દ્રાવણ તરીકે શુદ્ધ પાણી લેવામાં આવે છે અને B.P.R. ને અવગણવામાં આવે છે. સ્ટીમની કન્ડેન્શેસન ગુપ્ત ઉષ્માં 403 K તાપમાને 2200 kJ/kg છે. 101.325 kPa દબાણે અને 373 K તાપમાને પાણીને બાષ્પમાં રૂપાંતર કરવા માટેની બાષ્પિભવન ગુપ્ત ઉષ્માં 2257 kJ/kg છે. ફીડની વિશિષ્ટ ઉષ્માં 4.187 kJ/kgK છે.

10) Discuss about Long Tube Vertical Evaporator.

લાંબી ટ્યુબ ધરાવતા લંબ ઇવેપોરેટર વિશે ચર્ચા કરો.

11) Differentiate between forward feed process and backward feed process for evaporation.

બાષ્પિભવન માટે ફોરવર્ડ ફીડ પદ્ધતિ અને બેકવર્ડ ફીડ પદ્ધતિનો તફાવત લખો.

12) An evaporator is operating at atmospheric pressure. It is desired to concentrate the feed from 5% solute to 20% solute (by weight) at a rate of 5000 kg/h. Dry saturated steam at a pressure corresponding to saturation temperature of 399 K (126°C) is used. The feed is at 298 K (25°C) and boiling point rise (elevation) i.e. B.P.E. (B.P.R.) is 5 K. The overall heat transfer coefficient is 2350 W/m^{2}K. Calculate the area of heat transfer to be provided.

Data: Treating the solution as pure water and neglecting B.P.R., Latent heat of condensation of steam at 399 K = 2185 kJ/kg. Latent heat of vaporisation of evaporation of water at 101.325 kPa and 373 K = 2257 kJ/kg. Specified heat of feed = 4.187 kJ/kgK.

વાતાવરણનાં દબાણ પર ઇવેપોરેટર કામ કરે છે. 5000 kg/h ના દરથી દાખલ થતાં ફીડનાં દ્રાવ્ય ઘટકની વજનની ટકાવારી 5 % થી વધારી 20 % જેટલી કરવામાં આવે છે. સૂકી સંતૃપ્ત સ્ટીમનાં દબાણને સંબંધિત સંતૃપ્ત તાપમાન 399 K (126°C) છે. દાખલ થતા ફીડનું તાપમાન 298 K (25°C) છે. બોઇલિંગ પોઇન્ટ રાઇઝ (એલિવેશન) એટલેકે B.P.E. (B.P.R.) 5 K છે. ઓવર ઓલ ઉષ્મા પ્રસરણ સહગુણાંક 2350 W/m^{2}K છે. ઉષ્મા પ્રસરણ માટે ક્ષેત્રફળની ગણતરી કરો.

ડેટા: દ્રાવણ તરીકે શુદ્ધ પાણી લેવામાં આવે છે અને B.P.R. ને અવગણવામાં આવે છે. સ્ટીમની કન્ડેન્શેસન ગુપ્ત ઉષ્માં 399 K તાપમાને 2185 kJ/kg છે. 101.325 kPa દબાણે અને 373 K તાપમાને પાણીને બાષ્પમાં રૂપાંતર કરવા માટેની બાષ્પિભવન ગુપ્ત ઉષ્માં 2257 kJ/kg છે. ફીડની વિશિષ્ટ ઉષ્માં 4.187 kJ/kgK છે.

13) Draw a neat sketch of Calendria type Evaporator.

કેલેંડ્રિયા ટાઇપનાં ઇવેપોરેટરની સ્વચ્છ આકૃતિ દોરો.

14) Draw a neat sketch of Horizontal tube Evaporator.

હોરિઝોન્ટલ ટ્યુબ ઇવેપોરેટરની સ્વચ્છ આકૃતિ દોરો.

15) An evaporator operating at atmospheric pressure (101.325 kPa) is fed at the rate of 7000 kg/h of weak liquor containing 6% caustic soda. Thick liquor leaving the evaporator contains 22% caustic soda. Find the capacity of the evaporator.

6 % કોસ્ટિક સોડા ધરાવતા અને 7000 kg/h દર ધરાવતા નિર્બળ લિકરને 101.325 kPa જેટલુ વાતાવરણનું દબાણથી ઓપરેટ થતાં ઇવેપોરેટરમાં દાખલ કરવામાં આવે છે. ઇવેપોરેટરમાંથી બહાર નિકળતા ઘટ્ટ પ્રવાહીમાં 22 % કોસ્ટિક સોડા છે. ઇવેપોરેટરની કેપેસિટી શોધો.