Seat No.: Enrolment No.:

GUJARAT TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

Diploma Engineering – SEMESTER – 6 (NEW) – EXAMINATION – Summer-2024

Subject Code: 4361908 Date: 21-05-2024
Subject Name: Thermal Systems and Energy Efficiency
Time: 10:30 AM TO 01:00 PM Total Marks: 70

Instructions:

1. **Attempt all questions.**
2. **Make Suitable assumptions wherever necessary.**
3. **Figures to the right indicate full marks.**
4. **Use of programmable & Communication aids are strictly prohibited.**
5. **Use of non-programmable scientific calculator is permitted.**
6. **English version is authentic.**
7. **Printed Data Sheet is Allowed.**

Marks

Q.1 **(a)** Write down the points for energy conservation in the Domestic Refrigerator. 03

પ્રશ્ન.1 (અ) ઘરના રેફ્રીજરેટરમા ઉર્જા બચાવવા માટેના મુદ્દાઓ લખો. **૦૩**

(b) Explain point of increasing furnace efficiency using ceramic coating. 04

(બ) સીરામિક કોટીંગ વાપરીને ભઠ્ઠીની કાર્યક્ષમતા કેવી રીતે વધારી શકાય તેના મુદા સમજાવો. **૦૪**

(c) Following data are available for shell and tube heat exchanger. Take Correction factor as 0.977 07

Parameters	**Units**	**Inlet**	**Outlet**
Hot fluid flow,W	kg/h	719800	719800
Cold fluid flow, w	kg/h	881150	881150
Hot fluid Temp, T	OC	145	102
Cold fluid Temp, t	OC	25.5	49

Calculate: (i) Heat duty for hot and cold fluid (ii) Capacity ratio (iii) Effectiveness (iv) LMTD for counter flow and (v) Corrected LMTD

(ક) શેલ અને ટ્યુબ હીટ એક્ષ્ચેંજર માટે નીચેના ડેટા ઉપલબ્ધ છે. કરેક્શન ફેક્ટર 0.977 લો. **૦૭**

પરિમાણો	**યુનિટ**	**ઇનલેટ**	**આઉટલેટ**
ગરમપ્રવાહી,W	kg/h	719800	719800
ઠંડુ પ્રવાહી, w	kg/h	881150	881150
ગરમ પ્રવાહીનું તાપમાન, T	^0C	145	102
ઠંડા પ્રવાહીનું તાપમાન, t	^0C	25.5	49

ગણતરી કરો. (i) ગરમ અને ઠંડા પ્રવાહી માટેનું હીટ ડ્યૂટી (ii) કેપેસીટી રેશીઓ (iii) અસરકારકતા (iv) LMTD અને (v) કરેક્ટેડ LMTD.

OR

(c) Following data are available for an air-conditioned restaurant. 07
Outside design condition: 41.9°C DBT, 27.1°C WBT
Inside design condition: 26.7°C, 50% RH
Size of restaurant: 20m × 15m × 4m height
No. of air change per hour: 2
Opening and closing of door per hour: 3
Use factor: 3
Air ventilation required per person: 0.48 m^3/person
Humidity ratio for outside and inside are 16.6 and 11.1 respectively.
Max. capacity of restaurant: 100 persons
Calculate: (I) Total infiltration in m^3/min (II) Ventilation Required in m^3/min and Total load due to outside air.

(ક) એક એરકંડિશન્ડ રેસ્ટોરન્ટ માટે નીચેના ડેટા ઉપલબ્ધ છે. ૦૭
બહારના વાતાવરણની સ્થિતિ: 41.9°C DBT, 27.1°C WBT
અંદરના વાતાવરણની સ્થિતિ: 26.7°C, 50% RH
રેસ્ટોરન્ટની સાઇઝ : 20m × 15m × 4m ઊંચાઈ
એર ચેન્જની સંખ્યા પ્રતિ કલાક: 2
દરવાજાનો ખુલવાનો અને બંધ થવાનો દર પ્રતિ કલાક: 3
યુઝ ફેકટર : 3
જરૂરી એર વેન્ટિલેશન પ્રતિ વ્યક્તિ : 0.48 m^3/person
બહારના અને અંદરના વાતાવરણનો હુમીડિટી રેશિયો અનુક્રમે 16.6 અને 11.1 .
રેસ્ટોરન્ટની મહતમ કેપેસિટી : 100 વ્યક્તિઓ
શોધો: (I) કુલ ઇનફિલ્ટરેશન m^3/min (II) જરૂરી વેન્ટિલેશન m^3/min અને બહારની હવાના લીધે થતો કુલ લોડ

Q.2 (a) Draw a Sankey diagram for following data: 03
(i) Heat Output:40% (ii) flue gas loss:35% (iii) wall loss: 10% (iv) cooling loss:10% and (v) stored heat:5%. Take heat input as 100%.

પ્રશ્ન.2 (અ) નીચેના ડેટા માટે સેન્કી ડાયાગ્રામ દોરો. ૦૩
(1) હીટ આઉટપુટ: 40%, (2) ફ્લૂ ગેસ લોસ: 35% (3) દીવાલમાથી લોસ: 10% (4) કુલીંગ લોસ: 10% અને (5) સંગ્રહીત હીટ:5%.અંહી હીટ ઈનપૂટ100% લો.

(b) Explain the construction and working of inverted bucket type steam trap with neat sketch. 04

(બ) "ઇનવરટેડ બકેટ" પ્રકારના સ્ટીમ ટ્રેપની કાર્ય રચના અને પ્રક્રિયા નુ આકૃતિ દ્વારા વર્ણન કરો. ૦૪

(c) The following measurements taken for the calculations of a double inlet fan in a palletizing plant. 07
Voltage: 6600 V, Current: 220 amp., Power factor: 0.9, Efficiency of the Motor: 94%, Transmission Efficiency: 100%, Volume of air: 166.6 m^3/Sec and Total static pressure: 491 mmwc.
Calculate (i) Power input to the motor (kW) (ii) Power input to the fan shaft and (iii) Fan Efficiency %

(ક) પેલેટાઈઝીંગ પ્લાન્ટના ડબલ ઇનલેટ ફેન (પંખા)ની ગણતરી માટે નીચેના ડેટા મેળવવામાં આવે છે. ૦૭
વૉલ્ટેજ: 6600 V, વીજપ્રવાહ: 220amp, પાવર ફેક્ટર: 0.9, મોટરની કાર્યક્ષમતા: 94%, ટ્રાન્સમીશન કાર્યક્ષમતા: 100%, હવાનું કદ: 166.6 m^3/Sec અને કુલ સ્ટેટીક (સ્થાનીય) દબાણ: 491 mmwc છે, તો (i) મોટરને અપાતો પાવર (ii) પંખાના શાફ્ટને અપાતો પાવર અને (iii) પંખાની કાર્યક્ષમતા શોધો.

OR

Q.2 **(a)** Write down the steps to calculate the cooling load in general. 03

પ્રશ્ન.2 (અ) કુલીંગ લોડની ગણતરી કરવા માટેના સામાન્ય સ્ટેપ (પદો) લખો. ૦૩

(b) Explain in brief about minor energy savings in steam distribution system 04

(બ) સ્ટીમ ડીસ્ટ્રીબ્યુશન સિસ્ટમમાં માઇનોર ઉર્જા બચત વિષે ટૂંકમાં સમજાવો. ૦૪

	(c)	Following information are available for office in a building. 1. Inside design condition: 26^oC DBT and 50% RH 2. Outside design condition: 40^oC DBT and 28^oC WBT 3. Size of room: 10m × 10m × 3m height 4. No. of occupants: 25 5. Area of glass in a room: $10m^2$ 6. Overall heat transfer co-efficient of glass is 6 W/m^2 K and its shading co-efficient is 0.55 7. Ventilation required per person: 0.56 m^3/min 8. Take $SHGF_P$ = 180.4 and $SHGF_A$ = 147.2 9. Air change per hour for three side wall (Infiltration factor) is 2 10. Humidity ratio of outside and inside air is 22 gm/kg and 11 gm/kg respectively. 11. Opening and closing of door per hour per occupants is 3 12. Use factor of door is 3 13. Convective and Radiative co-efficient for glass is 42 and 58 respectively. Calculate: (1) Solar load through glass (Sensible) (2) Wall infiltration (3) Infiltration due to door opening (4) Ventilation required in m^3/min and (5) Load due to outside air	07
	(ક)	એક બિલ્ડીંગની ઓફીસ માટે નીચેની માહીતી ઉપલબ્ધ છે. 1. અંદરની ડીઝાઇન કંડીશન: 26^oC DBT અને 50% RH 2. બહારની ડીઝાઇન કંડીશન: 40° C DBT અને 28° C WBT 3. રૂમની સાઇઝ: 10m × 10m × 3m ઊંચાઈ 4. માણસોની સંખ્યા: 25 5. રૂમમાં કાચનો એરીયા (ક્ષેત્રફળ): $10m^2$ 6. ગ્લાસનો ઓવરઓલ હીટ ટ્રાન્સફર કો-એફીસીયન્ટ 6 W/m^2o K અને તેનો શેડીંગ કોઓફીસીયન્ટ 0.55 છે. 7. વેન્ટીલેશનની જરૂરીયાત પ્રતિ માણસ : 0.56 m^3/min 8. $SHGF_P$ = 180.4 અને $SHGF_A$ = 147.2 લો. 9. એર ચેન્જ પ્રતિ કલાક (ઇન્ફીલ્ટ્રેશન ફેક્ટર) 2 છે. 10. બહારની અને અંદરની હવાનો હુમીડીટી રેસશયો અનુક્રમે 22 gm/kg અને 11 gm/kg છે. 11. બારણુ ખોલ-બધ થવાનો દર પ્રતિ કલાક પ્રતિ માણસ 3 છે. 12. બારણાંનો યુઝ ફેક્ટર 3 છે. 13. ગ્લાસ માટે કન્વેક્ટીવ અને રેડીએટીવ કોએફીસીયન્ટ અનુક્રમે 42 and 58 છે. ગણતરી કરો: (1) ગ્લાસમાથી પસાર થતો સોલર લોડ (સેનસીબલ) (2) દીવાલમાથી થતુ ઇન્ફીલ્ટ્રેશન (3) દરવાજો ખોલતા થતુ ઇન્ફીલ્ટ્રેશન (4) જરૂરી વેન્ટીલેશન m^3/min અને (5) બહારની હવાને કારણે ઉદભવતો લોડ	**૦૭**
Q. 3	**(a)**	List energy efficiency measures for Boiler performance	03
પ્રશ્ન.3	(અ)	બોઈલર માટે એનર્જી એફીસીયન્સી માપની યાદી બનાવો.	**૦૩**
	(b)	In an oil fired furnace, stock is charged through an open door of 700 mm × 650 mm size having wall thickness of 375 mm. The furnace temperature is 1250° C and black body radiation is 30 kCal/cm^2/hr. The calorific value of oil is 9900 kCal/kg. Calculate energy lost by radiation through open door and energy loss in terms of oil consumption. Take emissivity as 0.8 and radiation factor as 0.71.	04
	(બ)	એક ઓઇલ ફાયર્ડ ફરનેસમાં, ખુલતા દરવાજાનું માપ 700 mm × 650 mm અને જાડાઈ 375 mm છે, જેના દ્વારા સ્ટોકને નાખવામાં આવે છે. ભઠ્ઠીનું તાપમાન 1250^oC છે અને બ્લેક બોડી રેડીએશન 30 kCal/cm^2/hr છે. ઓઇલની કેલોરીફીક વેલ્યુ 9900 kCal/kg	**૦૪**

છે. ખૂલતાં દરવાજા દ્વારા રેડીએશનને લીધે થતી ઉર્જાનો વ્યય તેમજ ઉર્જાનો વ્યય ઓઇલના વપરાશના સંદર્ભમાં શોધો. એમીસીવીટી 0.8 અને રેડીએશન ફેક્ટર 0.71 લો.

(c) The amount of carbon, hydrogen and sulfur in a coal used in a boiler is 86%, 9.9% and 4.2% respectively. GCV of Coal = 10000 Kcal/kg **07**
Enthalpy of Steam = 670 Kcal/kg
Amount of Oxygen in flue gases = 5%
Amount of Carbon Dioxide in flue gases = 10 %
Flue gases temperature = 220°C
Ambient Temperature = 27°C
Humidity = 0.018 kg/kg of air
Determine, (1) Theoretical amount of air supplied (2) Additional amount of air supplied (3) Actual amount of air supplied.

(ક) એક બોઇલર માં વપરાતા કોલસામા કાર્બન, હાઈડ્રોજન અને સલ્ફરનું પ્રમાણ અનુક્રમે 86%, 9.9% અને 4.2% છે. **૦૭**
કોલસા ની GCV = 10000 Kcal/kg
વરાળ ની એન્થાલ્પી = 670 Kcal/kg
ફ્લ્યુ ગેસમાં ઓક્સિજનનું પ્રમાણ = 5%
ફ્લ્યુ ગેસમાં કાર્બન ડાયોક્સાઈડનું પ્રમાણ = 10 %
ફ્લ્યુ ગેસનું તાપમાન = 220°C
વાતાવરણનું તાપમાન = 27°C
હવામાં રહેલ ભેજ = 0.018 kg/kg of air
(૧) બોઇલર માટે જરૂરી સાઈધ્દ્ધાંતિક હવાનો જથ્થો (૨) આપેલ વધારાની હવા નો જથ્થો અને (૩) ખરેખર આપવામાં આવતી હવાનો જથ્થો શોધો.

OR

Q. 3 **(a)** State advantage and Disadvantage of Direct Method for boiler. **03**

પ્રશ્ન.3 (અ) બોઇલરની પ્રત્યક્ષ રીતના ફાયદા અને ગેરફાયદા જણાવો. **૦૩**

(b) Following information are obtained during boiler testing. Calculate the boiler efficiency by direct method. **04**
1. Quantity of steam generated = 8000 kg/hr
2. Steam pressure = 9.8 bar and temperature = 180° C
3. Feed water temperature = 85° C
4. Quantity of coal consumed = 1600 kg/hr
5. GCV of fuel = 16720 kJ/kg

(બ) એક બોઈલરના ટેસ્ટીંગ દરમ્યાન નીચેની માહિતી મળે છે. બોઈલરની એફીસીયન્સી (કાર્યક્ષમતા) પ્રત્યક્ષ પધ્ધતિથી ગણો. **૦૪**
1. સ્ટીમ ઉત્પાદનનો જથ્થો = 8000 kg/hr
2. સ્ટીમનું દબાણ = 9.8 bar અને તાપમાન = 180° C
3. ફીડ વોટરનું તાપમાન = 85° C
4. કોલસાના વપરાશનો દર = 1600 kg/hr
5. બળતણનો ગ્રોસ કેલોરીફીક વેલ્યુ = 16720 kJ/kg

(c) Explain the need of energy conservation and briefly explain the saving of fuel in a domestic energy consumption. **07**

(ક) ઉર્જા બચાવવાની જરૂરીયાત વિષે સમજાવો અને ઘરના ઉર્જા વપરાશમાં બળતણ બચાવવા વિષે ટૂંકમાં સમજાવો. **૦૭**

Q. 4 **(a)** List the various losses in boiler. **03**

પ્રશ્ન.4 (અ) બોઈલરના જુદા જુદા વ્યયની યાદી બનાવો. **૦૩**

(b) The compressor is operated with following data. **04**
1. Flow co-efficient: 1
2. Receiver pressure = 3.5 kg/cm^2
3. Nozzle diameter = 0.08 m
4. Inlet pressure = 1.04 kg/cm^2

5. Inlet air temperature = 30° C
6. Pressure before nozzle = 1.08 kg/cm^2
7. Temperature before nozzle = 40 ° C
8. Pressure drops across the nozzle = 0.036 kg/cm^2
9. Assume Gas constant = 287 J/kg° K.

Calculate

(i) Free air delivery (FAD) in m^3/hr and (ii) Isothermal power

(બ) એક કોમ્પ્રેસરના ઓપરેશન દરમ્યાન નીચેના ડેટા ઉપલબ્ધ છે. **૦૪**

1. ફ્લો કો-એફીશીયન્ટ = 1
2. રીસીવર દબાણ = 3.5 kg/cm^2
3. નોઝલનો વ્યાસ = 0.08 m
4. ઇનલેટ દબાણ = 1.04 kg/cm^2
5. દાખલ થતી હવાનું તાપમાન = 30° C
6. નોઝલ પહેલાનું દબાણ = 1.08 kg/cm^2
7. નોઝલ પહેલાનું તાપમાન = 40 ° C
8. નોઝલમાં દબાણ તફાવત = 0.036 kg/cm^2
9. ધારીલો ગેસ અચળાંક = 287 J/kg° K.

ગણતરી કરો. (i) ફ્રી એર ડિલિવરી (FAD) અને
(ii) આઇસોથર્મલ પાવર

(c) What is "Steam-trap"? What are its Functions? State the type of steam-trap and explain anyone with a suitable sketch. 07

(ક) "સ્ટીમ-ટ્રેપ" શું છે? તેના કાર્યો શું છે? સ્ટીમ-ટ્રેપના પ્રકારો જણાવો અને એમાથી કોઈપણ એક આકૃતિ દ્વારા સમજાવો. **૦૭**

OR

Q. 4 **(a)** List the opportunities of saving energy in an Air compressor. 03

પ્રશ્ન.4 (અ) એર કોમ્પ્રેસરમાં ઉર્જા બચાવવા માટે રહેલ તકોની યાદી બનાવો. **૦૩**

(b) What is Air-Filtration? State the methods of finding it and explain it with an equation. 04

(બ) એર-ફીલ્ટ્રેશન શું છે? તેને શોધવાની પધ્ધતીઓના નામ આપો અને તે સૂત્ર સાથે સમજાવો. **૦૪**

(c) Following data pertain to a Compressor. 07

Motor input power = 85 kW
Flow Coefficient = 1.0
Nozzle diameter = 0.075 m
Inlet Pressure = 1.035 kg/cm^2
Inlet air temperature = 30 °C
Receiver pressure = 4 kg/cm^2
Pressure before nozzle = 1.05kg/cm^2
Temperature before nozzle = 40 °C
Pressure drop in nozzle = 0.035 kg/cm^2
Gas Constant = 287 J/kg°K
Determine
compressor flow rate,
isothermal power,
isothermal efficiency and
specific power consumption.

(ક) નીચે જણાવેલ કોમ્પ્રેસરની વિગતો પરથી કોમ્પ્રેસર ફ્લો રેટ, આઇસોથર્મલ પાવર, આઇસોથર્મલ એફીસીયન્સી અને સ્પેસીફીક પાવર જરુરીયાત શોધો. **૦૭**

મોટર ઇનપુટ પાવર = 85 kW
ફ્લો કોઇફીશીયંટ = 1.0
નોઝલ નો વ્યાસ = 0.075 m

ઇનલેટ દબાણ = 1.035 kg/cm^2
ઇનલેટ હવાનું તાપમાન = 30 °C
રીસીવર પ્રેસર = 4 kg/cm^2
નોઝલ પહેલાનું દબાણ = 1.05kg/cm^2
નોઝલ પહેલાનું તાપમાન = 40 °C
નોઝલમાં થતો પ્રેસર ડ્રોપ = 0.035 kg/cm^2
ગેસ અચળાંક = 287 J/kg°K

Q.5 **(a)** State the Factors affecting the efficiency of furnace. 03

પ્રશ્ન.5 (અ) ફર્નેસની એફીસીયન્સી (કાર્યક્ષમતા)ને અસર કરતાં પરીબળો લખો. **૦૩**

(b) The inlet and outlet temperature of hot fluid remains 140° C while cold fluid temperature increases from 25° C to 85° C for counter flow heat exchanger. Calculate LMTD and corrected LMTD if correction factor is 0.92. 04

(બ) એક કાઉન્ટર ફ્લો હીટ એક્સચેંજર માટે ગરમ પ્રવાહીનું દાખલ થતું અને બહાર નીકળતું તાપમાન 140° C અચળ રહે છે, જ્યારે ઠંડા પ્રવાહીનું તાપમાન 25° C થી વધીને 85° C થાય છે. LMTD શોધો અને જો કરેક્શન ફેક્ટર 0.92 હોય તો કરેકટેડ LMTD શોધો. **૦૪**

(c) Define following terms. 07

1. Ton of Refrigeration
2. Refrigerating effect
3. Coefficient of Performance
4. Energy Efficiency Ratio

Also, show the relation between COP, EE and kW/Ton of refrigerating system.

(ક) નીચેના પદોની વ્યાખ્યા આપો. **૦૭**

1. ટન ઓફ રેફ્રીજરેશન
2. રેફ્રીજરેટીંગ ઇફેક્ટ
3. કોએફીસીયન્ટ ઓફ પર્ફોર્મન્સ
4. એનર્જી એફીસીયન્સી રેશીઓ

આ ઉપરાંત, રેફ્રીજરેટીંગ સિસ્ટમ માટેના COP, EE and kW/Ton વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવો.

OR

Q.5 **(a)** Define LMTD for heat exchanger. 03
Write-down the equation of LMTD for parallel flow and counter flow with diagram.

પ્રશ્ન.5 (અ) હીટ એક્ષ્ચેંજર માટેના LMTDની વ્યાખતા આપો. પેરેલલ ફ્લો અને કાઉન્ટર ફ્લો માટેનું LMTD નું સૂત્ર આકૃતિ દોરી લખો. **૦૩**

(b) Calculate furnace efficiency by indirect method with the following data. 04

(i) Sensible heat loss in flue gas : 45.55 %
(ii) Moisture is 0.15 kg/kg of fuel oil
(iii) Flue gas temperature is 750°C & ambient temperature is 40° C
(iv) Loss due to evaporation of water from H_2 in fuel: 9.13 %
(v) Heat loss due to opening : 5.56 %
(vi) Heat loss through skin : 2.64 %
(vii) GCV of fuel is 10000 kCal/kg
(viii) Unaccounted losses : 10.76 %.

(બ) નીચેના ડેટાઓનો ઉપયોગ કરીને ભઠ્ઠી માટેની એફીસીયન્સી ઇન્ડાઇરેક્ટ પધ્ધતિથી `શોધો. **૦૪**

(i) ફ્લૂ ગેસ દ્વારા સેનસીબલ હીટ લોસ : 45.55 %
(ii) ફ્યુઅલ માં મોઇશ્ચરનું પ્રમાણ: 0.15 kg/kg of fuel oil
(iii) ફ્લૂ ગેસનું તાપમાન 750°C અને વાતાવરણનું તાપમાન 40° C
(iv) ફ્યુલમાંના H2નું પાણીમાં બસ્પીભવન થતાં હીટ લોસ : 9.13 %

(v) ઓપનીંગના કારણે થતો હીટ લોસ : 5.56 %
(vi) સ્કીનમાથી થતો હીટ લોસ : 2.64 %
(vii) ફ્યુલની કેલોરીફિક વેલ્યૂ 10000 kCal/kg
(viii) અન્ય લોસીસ : 10.76 %.

(c) Calculate the Net refrigeration Capacity (TR) and kW/ton rating with following data: 07

1. Temp. of refrigerant entering the evaporator: -1° C
2. Temp. of refrigerant leaving the evaporator: -4° C
3. Refrigerant flow-rate: 13,200 kg/hr
4. Power input to compressor: 39.5 kW
5. Specific heat capacity of refrigerant: 2.34 kCal/kg^{o}C

(ક) નીચેની માહિતી પરથી નેટ રેફ્રીજરેશન કેપેસીટી (TR) અને kW/Ton શોધો. **૦૭**

1. ઈવેપોરેટરમાં દાખલ થતાં રેફ્રીજરન્ટનું તાપમાન: -1° C
2. ઈવેપોરેટરમાંથી બહાર નીકળતા રેફ્રીજરન્ટનું તાપમાન: -4° C
3. રેફ્રીજરન્ટનો ફ્લો-રેટ : 13,200 kg/hr
4. કોમ્પ્રેસર દ્વારા લેવાતો પાવર: 39.5 kW
5. રેફ્રીજરન્ટની સ્પેસીફીક હીટ કેપેસીટી: 2.34 kCal/kg^{o}C

Table-1

Pressure bar	Temp. ^{O}C	Specific Enthalpy kJ/kg		
		Liquid h_f	Sat. Evap. h_{fg}	Sat. vapour h_g
9.6	178.73	754.9	2019.9	2774.8
9.8	180.0	759.0	2016.7	2775.7
10.0	179.97	763.0	2013.5	2776.5