Seat No.: _____ Enrolment No._____

GUJARAT TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

Diploma Engineering - SEMESTER–V • Examination – WINTER • 2014

Subject Code: 3350505 **Date: 06-12-2014**

Subject Name: Chemical Engineering Thermodynamics

Time: 10:30 am - 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. **English version is considered to be Authentic.**

Q.1 Answer any seven out of ten. **14**

1. Define extensive properties of thermodynamic system with example.
2. Define state and path function with one example each.
3. Write statement of zeroth and first law of thermodynamics.
4. Define flow work and specific volume.
5. Define standard heat of combustion and standard heat of formation.
6. What is the value of process index (n) in the equation PV^n=constant for isothermal process and isobaric process?
7. Write equation of work done for an ideal gas in adiabatic process.
8. Write the Van der Waals equation for real gas behavior.
9. Define heat source and heat sink.
10. What is compressibility factor?

Q.2 (a) Explain reversible process. **03**

OR

(a) Calculate the degree of freedom for a system of liquid water, liquid toluene (immiscible) in equilibrium with its vapors. **03**

(b) A closed system executes adiabatic process due to which a change in internal energy takes place. A work of 15 kJ is done by the system on surroundings during this process. Determine change of specific internal energy of the system if system contains mass of 0.5 kg. **03**

OR

(b) A system contains 20 kg of a gas. During a process 25 kJ work is done on the system and 40 kJ heat is rejected from the system. Find change of specific internal energy of the system **03**

(c) Prove Cp – Cv =R for an ideal gas from the definition of enthalpy. **04**

OR

(c) Explain PVT behavior of pure fluid. **04**

(d) Calculate standard heat of reaction at 25^0C of the following reaction **04**

$Na_2CO_{3\,(s)} + Fe_2O_{3\,(s)} \rightarrow Na_2O.Fe_2O_{3\,(s)} + CO_{2\,(g)}$, using following data

Standard heat of formation of $Na_2CO_{3\,(s)}$ = -1130.68 kJ/mol

Standard heat of formation of $Fe_2O_{3\,(s)}$ = -817.3 kJ/mol

Standard heat of formation of $Na_2O.Fe_2O_{3\,(s)}$ = -1412.2 kJ/mol

Standard heat of formation of $CO_{2\,(g)}$= -393.51 kJ/mol

OR

(d) Calculate the change in enthalpy between reactants and products if both are at 25^0C and if 5 mol of ethylene oxide is produced by following reaction. **04**

$C_2H_{4\,(g)} + ½\, O_{2\,(g)} \rightarrow C_2H_4O_{(g)}$, using following data

Standard heat of formation of $C_2H_{4\,(g)}$ = 52.50 kJ/mol

Standard heat of formation of $C_2H_4O_{(g)}$ = -52.63 kJ/mol

Q.3	(a)	What is Clausius inequality?	**03**
		OR	
	(a)	If an engine receives 10000 kJ heat and rejects 6000 kJ heat, what is its thermal efficiency?	**03**
	(b)	Draw the neat sketch of turbine system and show boundary and state type of system.	**03**
		OR	
	(b)	If a system expands from 500 lit to 1500 lit volume at constant pressure of 9×10^5 N/m^2, find boundary work during the process.	**03**
	(c)	Explain temperature scale with the help of zeroth law of thermodynamics.	**04**
		OR	
	(c)	Derive equation for first law of thermodynamic for flow process.	**04**
	(d)	Explain the importance of entropy in thermodynamics.	**04**
		OR	
	(d)	Explain Carnot cycle.	**04**
Q.4	(a)	Explain Hess's law of constant heat summation.	**03**
		OR	
	(a)	Using Hess's law, calculate heat of formation of Benzoic acid crystals ($C_7H_6O_2$) at 25^0C using following data: Standard heat of formation of CO_2 (g) = -393.51 kJ/mol Standard heat of formation of H_2O (l) = -285.83 kJ/mol Standard heat of combustion of $C_7H_6O_2$ = -3226.95 kJ/mol	**03**
	(b)	Write a note on thermodynamic temperature scale.	**04**
		OR	
	(b)	Explain Kelvin-Plank statement for second law of thermodynamics.	**04**
	(c)	A gas is enclosed in a closed vessel of volume 0.4 m^3 has absolute pressure 3 bar and temperature 40 ^{0}C. If it is compressed at constant volume upto 6 bar, find its mass and change in internal energy. Take Cv=0.72 kJ/kg K and R = 0.29 kJ/kg K	**07**
Q.5	(a)	For an ideal gas, derive PV^γ for adiabatic process.	**04**
	(b)	What is the change in entropy when 2 kg of an ideal gas at 277 K is heated at constant volume to a temperature of 368 K? Take Cv = 1.42 kJ/kg K	**04**
	(c)	Explain heat pump with schematic diagram.	**03**
	(d)	Write the limitations of first law of thermodynamics with example.	**03**

****

ગુજરાતી

પ્રશ્ન. ૧		દશમાંથી કોઇપણ સાતના જવાબ આપો.	**૧૪**
	૧.	થર્મોડાયનેમિક્સ સિસ્ટ્મની extensive properties ઉદાહરણ સાથે લખો.	
	૨.	State અને path function ની વ્યાખ્યા એક ઉદાહરણ સાથે લખો.	
	૩.	થર્મોડાયનેમિક્સ નો ઝીરોથ તથા પ્રથમ નિયમ લખો.	
	૪.	વ્યાખ્યા લખો flow work અને specific volume.	
	૫.	Standard heat of combustion અને standard heat of formation ની વ્યાખ્યા લખો.	
	૬.	Isothermal process અને isobaric process માટે PV^n=constant ના સમીકરણમા process index (n) ની કિમત શું હશે?	
	૭.	Adiabatic process માં આદર્શ વાયું માટે કાર્યનું સુત્ર લખો.	

૮. રીયલ ગેસ બીહેવીયર મટેની Van der Waals નું સુત્ર લખો.

૯. વ્યાખ્યા લખો heat source અને heat sink.

૧૦ Compressibility factor શું છે?

પ્રશ્ન. ૨ અ Reversible process સમજાવો. ૦૩

અથવા

અ જ્યારે liquid water, liquid toluene (અદ્રાવ્ય) અને તેમના vapors જો equilibrium માં હોય ત્યારે આ પ્રણાલી માટે degree of freedom ગણો. ૦૩

બ બંધ પ્રાણાલી જ્યારે એડીયાબેટીક પ્રક્રીયા કરે છે ત્યારે આંતરીક ઉર્જા મા ફેરફાર થાય છે. આ પ્રક્રીયા દરમીયાન 15 kJ જેટલું કાર્ય પ્રણાલી દ્વારા વાતાવરણમાં થાય છે. જો પ્રણાલી 0.5 કીલો માસ ધારવે તો change of specific internal energy શોધો. ૦૩

અથવા

બ એક પ્રણાલી 20 કીલો વાયુ ધરાવે છે. પ્રક્રીયા દરમીયાન 25 kJ જેટલુ કાર્ય પ્રાણાલી ઉપર કરવામાં આવે છે અને 40 kJ જેટલી ઉષ્માં ફેકવામા આવે છે તો change of specific internal energy શોધો. ૦૩

ક Enthalpy ની વ્યાખ્યા ઉપરથી Ideal gas માટે Cp – Cv =R તારવો. ૦૪

અથવા

ક શુધ્ધ પ્રવાહી માટે PVT વર્તણુક સમજાવો. ૦૪

ડ 25^0C એ $Na_2CO_{3\,(s)} + Fe_2O_{3\,(s)} \rightarrow Na_2O.Fe_2O_{3\,(s)} + CO_{2\,(g)}$ ની standard heat of reaction શોધો. ૦૪

Standard heat of formation of $Na_2CO_{3\,(s)}$ = -1130.68 kJ/mol
Standard heat of formation of $Fe_2O_{3\,(s)}$ = -817.3 kJ/mol
Standard heat of formation of $Na_2O.Fe_2O_{3\,(s)}$ = -1412.2 kJ/mol
Standard heat of formation of $CO_{2\,(g)}$= -393.51 kJ/mol

અથવા

ડ પ્રકીયક અને નીપજ વચ્ચેની change in enthalpy ગણો જો બન્ને 25^0C અને 5 mol ethylene oxide ઉત્પન થાય. $C_2H_{4\,(g)} + ½\, O_{2\,(g)} \rightarrow C_2H_4O_{(g)}$ ૦૪

Standard heat of formation of $C_2H_{4\,(g)}$ = 52.50 kJ/mol
Standard heat of formation of $C_2H_4O_{(g)}$ = -52.63 kJ/mol

પ્રશ્ન. ૩ અ Clausius inequality શું છે? ૦૩

અથવા

અ જો એક engine 10000 kJ એ ઉષ્મા મેળવે અને 6000 kJ એ ફેંકે છે. તો તેની thermal efficiency શોધો ? ૦૩

બ Turbine system ની સ્વચ્છ આકૃતી દોરો, તેની સીમા બતાવો અને પ્રણાલીના પ્રકાર લખો. ૦૩

અથવા

બ જો કોઇ સિસ્ટ્મ નુ કદ 500 lit થી 1500 lit અચળ દબાણ 9×10^5 N/m^2 ૦૩

વીસ્તરણ થાય છે તો તેનુ પ્રક્રીયા દરમ્યાન boundary work શોધો.

	ક	થર્મોડાયનેમીક્સ ઝીરોથ ની મદદ થી temperature scale સમજાવો.	૦૪
		અથવા	
	ક	First law of thermodynamic માટે flow process સમજાવો.	૦૪
	ડ	થર્મોડાયનેમીક્સમાં entropy નુ મહત્વ સમજાવો.	૦૪
		અથવા	
	ડ	Carnot cycle સમજાવો.	૦૪
પ્રશ્ન. ૪	અ	Hess's law of constant heat summation સમજાવો.	૦૩
		અથવા	
	અ	Hess's law નો ઉપયોગ કરી, Benzoic acid crystals ($C_7H_6O_2$) ની heat of formation 25^0C એ નીચેની માહીતી નો ઉપયોગ કરી ગણો. Standard heat of formation of CO_2 (g) = -393.51 kJ/mol Standard heat of formation of H_2O (l) = -285.83 kJ/mol Standard heat of combustion of $C_7H_6O_2$ = -3226.95 kJ/mol	૦૩
	બ	Thermodynamic temperature scale પર ટુંક નોંધ લખો.	૦૪
		અથવા	
	બ	Second law of thermodynamics માટે Kelvin-Plank statement સમજાવો.	૦૪
	ક	એક બંધ નળી મા એક વાયુ નુ કદ 0.4 m^3 અને એબસોલ્યુટ દબાણ 3 bar અને તાપમાન 40 ^0C છે. જો તેને અચળ કદે 6 bar સુધી દબાવવામા આવે તો, તેનુ mass અને change in internal energy શોધો. Cv=0.72 kJ/kg K અને R = 0.29 kJ/kg K લો.	૦૭
પ્રશ્ન. ૫	અ	Ideal gas માટે, adiabatic process માટે PV^γ = constant તારવો.	૦૪
	બ	જો 2 kg આદર્શ વાયુ 227 K થી 368 K સુધી અચળ કદે ગરમ કરવામા આવે તો change in entropy શોધો? Cv = 1.42 kJ/kg K લો.	૦૪
	ક	Heat pump આકૃતી દ્વારા સમજાવો.	૦૩
	ડ	First law of thermodynamics ની મર્યાદાઓ ઉદાહરણ સહીત લખો.	૦૩

****