

Seat No.: _____

Enrolment No. _____

GUJARAT TECHNOLOGICAL UNIVERSITY
DIPLOMA ENGINEERING – SEMESTER – V-EXAMINATION – WINTER 2015

Subject Code: 3350505

Date: 14/12/2015

Subject Name: Chemical Engineering Thermodynamics

Time: 10:30 AM TO 1:00 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 only simple calculator is permitted in Mathematics.
6. English version is authentic.

- Q.1** Answer any seven out of ten. **14**
1. Define homogeneous and heterogeneous system with one example each.
 2. Define state and path function with one example each.
 3. Define heat capacity with unit.
 4. Write statement of zeroth and first law of thermodynamic.
 5. Write the concept of ideal gas based on thermodynamic characteristics.
 6. Write the Van der Waals equation for real gas behavior.
 7. Define standard heat of combustion and standard heat of formation.
 8. What is the value of process index (n) in the equation $PV^n = \text{constant}$ for isothermal process and isochoric process?
 9. Write equation of work done for an ideal gas in adiabatic process.
 10. What is thermodynamic temperature scale?
- Q.2** (a) Explain phase rule. **03**
- OR
- (a) Calculate the degree of freedom for system of liquid water, vapor and ice are in equilibrium. **03**
- (b) A closed system executes adiabatic process due to which a change in internal energy takes place. A work of 10 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 0.2 kg. **03**
- OR
- (b) A system contains 10 kg of a gas. During a process 15 kJ work is done on the system and 35 kJ heat is rejected from the system. Find change of specific internal energy of the system **03**
- (c) Explain PVT behavior of pure fluids. **04**
- OR
- (c) Write a note on Compressibility charts. **04**
- (d) Calculate standard heat of reaction at 25⁰C of the following reaction **04**
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + \text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g})$, using following data

Standard heat of formation of $\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s}) = -1130.68 \text{ kJ/mol}$
 Standard heat of formation of $\text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{s}) = -817.3 \text{ kJ/mol}$
 Standard heat of formation of $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{s}) = -1412.2 \text{ kJ/mol}$
 Standard heat of formation of $\text{CO}_2 (\text{g}) = -393.51 \text{ kJ/mol}$

OR

- (d) Calculate the change in enthalpy between reactants and products if both are at 25°C and if 5 mol of ethylene oxide is produced by following reaction **04**
 $\text{C}_2\text{H}_4 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{O} (\text{g})$, using following data
 Standard heat of formation of $\text{C}_2\text{H}_4 (\text{g}) = 52.50 \text{ kJ/mol}$
 Standard heat of formation of $\text{C}_2\text{H}_4\text{O} (\text{g}) = -52.63 \text{ kJ/mol}$

- Q.3** (a) What is Clausius inequality? **03**

OR

- (a) If a Carnot engine receives heat at 600 K and rejects heat at 400 K, what is its thermal efficiency? **03**

- (b) Explain thermodynamic equilibrium state. **03**

OR

- (b) Draw the neat sketch of turbine system and show boundary and state type of system. **03**

- (c) Derive equation for first law of thermodynamic for non-flow process. **04**

OR

- (c) Differentiate heat engine and heat pump. **04**

- (d) Explain Carnot cycle. **04**

OR

- (d) Explain the importance of entropy in thermodynamics. **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 ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) at 25°C using following data: **03**

Standard heat of formation of $\text{CO}_2 (\text{g}) = -393.51 \text{ kJ/mol}$

Standard heat of formation of $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) = -285.83 \text{ kJ/mol}$

Standard heat of combustion of $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 = -3226.95 \text{ kJ/mol}$

- (b) Explain Kelvin-Planck statement for second law of thermodynamics. **04**

OR

- (b) Explain Clausius statement for second law of thermodynamics. **04**

- (c) 5 kg of air has volume 7.5 m^3 when it is at temperature 35°C . If it is compressed at constant pressure up to temperature 250°C , find heat transfer, change in internal energy and work done. **07**

Take $R=0.287 \text{ kJ/kg K}$ and $C_v=0.718 \text{ kJ/kg K}$

- Q.5** (a) For an ideal gas, derive $PV^\gamma = \text{constant}$ for adiabatic process. **04**

- (b) What is the change in entropy when 1 mol of an ideal gas at 335 K and 10 bar is expanded irreversibly to 300 K and 1 bar? **04**

Take $C_p = 29.3 \text{ J/mol K}$, $R=8.314 \text{ J/mol K}$

- (c) Prove $C_p - C_v = R$ for an ideal gas from the definition of enthalpy. **03**

- (d) Write the limitations of first law of thermodynamics with example. **03**

ગુજરાતી

પ્રશ્ન. ૧	<p>દશમાંથી કોઇપણ સાતના જવાબ આપો.</p> <ol style="list-style-type: none"> ૧. હોમોજીનીયસ અને હેટ્રોજીનીયસ સિસ્ટમની વ્યાખ્યા એક ઉદાહરણ સાથે લખો. ૨. State અને path function ની વ્યાખ્યા એક ઉદાહરણ સાથે લખો. ૩. હીટ કેપેસિટી ની વ્યાખ્યા એકમ સાથે લખો. ૪. થર્મોડાયનેમિક્સ નો ઝીરોથ તથા પ્રથમ નિયમ લખો. ૫. થર્મોડાયનેમિક્સ લાક્ષણિકતાનાં અધારે આદર્શ વાયુ નો કોંસેપ્ટ લખો. ૬. રીયલ ગેસ બીહેવીયર મટેની Van der Waals નું સુત્ર લખો. ૭. Standard heat of combustion અને standard heat of formation ની વ્યાખ્યા લખો. ૮. Isothermal process અને isochoric process માટે $PV^n = \text{constant}$ ના સમીકરણમાં process index (n) ની કિમત શું હશે? ૯. Adiabatic process માં આદર્શ વાયુ માટે કાર્યનું સુત્ર લખો. ૧૦ Thermodynamic temperature scale શું છે? 	૧૪
પ્રશ્ન. ૨	<p>અ ફેઝ નિયમ સમજાવો.</p> <p style="text-align: center;">અથવા</p> <p>અ જ્યારે liquid water, vapor અને ice જો equilibrium માં હોય ત્યારે આ પ્રણાલી માટે degree of freedom ગણો.</p> <p>બ બંધ પ્રણાલી જ્યારે એડીયાબેટિક પ્રક્રિયા કરે છે ત્યારે આંતરીક ઉર્જા મા ફેરફાર થાય છે. આ પ્રક્રિયા દરમીયાન 10 kJ જેટલું કાર્ય પ્રણાલી દ્વારા વાતાવરણમાં થાય છે. જો પ્રણાલી 0.2 કીલો માસ ધારવે તો change of specific internal energy શોધો.</p> <p style="text-align: center;">અથવા</p> <p>બ એક પ્રણાલી 10 કીલો વાયુ ધરાવે છે. પ્રક્રિયા દરમીયાન 15 kJ જેટલું કાર્ય પ્રણાલી ઉપર કરવામાં આવે છે અને 35 kJ જેટલી ઉષ્મા ફેકવામાં આવે છે તો change of specific internal energy શોધો.</p> <p>ક શુદ્ધ પ્રવાહી માટે PVT વર્તણુક સમજાવો.</p> <p style="text-align: center;">અથવા</p> <p>ક Compressibility charts વિશે ટૂંક નોંધ લખો.</p> <p>ડ 25°C એ $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ની standard heat of reaction શોધો.</p> <p style="margin-left: 20px;">Standard heat of formation of $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) = -1130.68 \text{ kJ/mol}$ Standard heat of formation of $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) = -817.3 \text{ kJ/mol}$</p>	<p>૦૩</p> <p>૦૩</p> <p>૦૩</p> <p>૦૪</p> <p>૦૪</p> <p>૦૪</p>

Standard heat of formation of $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 (s) = -1412.2 \text{ kJ/mol}$
Standard heat of formation of $\text{CO}_2 (g) = -393.51 \text{ kJ/mol}$

અથવા

- 5 પ્રક્રીયક અને નીપજ વચ્ચેની change in enthalpy ગણો જો બંને 25°C અને 5 mol ethylene oxide ઉત્પન્ન થાય. $\text{C}_2\text{H}_4 (g) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (g) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{O} (g)$
Standard heat of formation of $\text{C}_2\text{H}_4 (g) = 52.50 \text{ kJ/mol}$
Standard heat of formation of $\text{C}_2\text{H}_4\text{O} (g) = -52.63 \text{ kJ/mol}$

પ્રશ્ન. 3 અ Clausius inequality શું છે? 03

અથવા

અ જો Carnot engine 600 K એ ઉષ્મા મેળવે અને 400 K એ ફેંકે છે. તો તેની thermal efficiency શોધો ? 03

બ Thermodynamic equilibrium state સમજાવો. 03

અથવા

બ Turbine system ની સ્વચ્છ આકૃતિ દોરો, તેની સીમા બતાવો અને પ્રણાલીના પ્રકાર લખો. 03

ક First law of thermodynamic માટે non-flow process સમજાવો. 04

અથવા

ક Heat engine અને heat pump વચ્ચે નો તફાવત સમજાવો. 04

ડ Carnot cycle સમજાવો. 04

અથવા

ડ થર્મોડાયનેમીક્સમાં entropy નું મહત્વ સમજાવો. 04

પ્રશ્ન. 4 અ Hess's law of constant heat summation સમજાવો. 03

અથવા

અ Hess's law નો ઉપયોગ કરી, Benzoic acid crystals ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) ની heat of formation 25°C એ નીચેની માહિતી નો ઉપયોગ કરી ગણો. 03

Standard heat of formation of $\text{CO}_2 (g) = -393.51 \text{ kJ/mol}$

Standard heat of formation of $\text{H}_2\text{O} (l) = -285.83 \text{ kJ/mol}$

Standard heat of combustion of $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 = -3226.95 \text{ kJ/mol}$

બ Second law of thermodynamics માટે Kelvin-Planck statement સમજાવો. 04

અથવા

બ Second law of thermodynamics માટે Clausius statement સમજાવો. 04

- ક 5 kg વાયુ નું કદ 7.5 m^3 છે જ્યારે તેનું તાપમાન 35°C છે. જો તેને અચળ દબાણે 250°C સુધી દબાવવામાં આવે તો heat transfer, change in internal energy and work done શોધો. $R=0.287 \text{ kJ/kg K}$ અને $C_v=0.718 \text{ kJ/kg K}$ લો. 09
- પ્રશ્ન. ૫ અ Ideal gas માટે, adiabatic process માટે $PV^\gamma = \text{constant}$ તારવો. 04
- બ જો 1 mol આદર્શ વાયુ 335 K અને 10 bar થી 300 K and 1 bar સુધી irreversibly expand થાય તો change in entropy શોધો? 04
 $C_p = 29.3 \text{ J/mol K}$ અને $R=8.314 \text{ J/mol K}$ લો.
- ક Enthalpy ની વ્યાખ્યા ઉપરથી Ideal gas માટે $C_p - C_v = R$ તારવો. 03
- ડ First law of thermodynamics ની મર્યાદાઓ ઉદાહરણ સહીત લખો. 03
