Uka Tarsadia University (Diwaliba Polytechnic)
Diploma in Chemical Engineering
Assignment (Chemical Engineering Thermodynamics -020050504)

Unit 1 Introduction and Basic Concept

1) Define pressure and Energy? Give its units in different system?
દબાણ અને ઉર્જા વ્યાખ્યાયિત કરી વિવિધ પદ્ધતિઓમાં તેનાં એકમો લખો.
2) Write short note on: 1) phase rule, 2) Steady state.
ટૂકનોંધ લખો. 1) ફેઝ રૂલ, 2) સ્ટેડી સ્ટેટ.
3) A special manometer fluid has a specific gravity of 2.95 and is used to measure a pressure of 1.15 bar at a location where the barometric pressure is 760 mm of Hg. What height will the manometer fluid indicate?
જે જગ્યાએ બેરોમેટ્રિક દબાણ 760 mmHg છે તે જગ્યાએ 2.95 સ્પેશિફિક ગ્રેવિટી ધરાવતું વિશિષ્ટ મેનોમિટરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે અને આ મેનોમિટર દ્વારા 1.15 bar જેટલુ દબાણ નોંધવામાં આવે છે. મેનોમિટરમાં રહેલા પ્રવાહીની ઉંચાઇ કેટલી હશે?
4) Give classification of system with examples.
ઉદાહરણો સાથે પ્રણાલીનું વર્ગીકરણ આપો.
5) What is zeroth law of thermodynamics? Write down temperature unit conversion formula?
ઉષ્માગતિશાસ્ત્રનો શૂન્યનો નિયમ લખો. તાપમાનનાં એકમોને રૂપાંતર કરવાનું સૂત્ર લખો.
6) Nitrogen gas is confined in cylinder and pressure of the gas is maintained by a weight placed on the piston. The mass of the piston and weight together is 50 kg. The acceleration due to gravity is 9.81 m/s^2 and the atmospheric pressure is 1.01325 bar. Assume frictionless piston. Determine:
a) The force exerted by the atmosphere, the piston and the weight on the gas if the piston is 100 mm in diameter.
b) The pressure of the gas
c) If the gas is allowed to expand pushing up the piston and the weight by 400 mm, what is the work done by gas in KJ.

એક સિલિન્ડરની અંદર નાઇટ્રોજન ગેસ ભરવામાં આવે છે અને પિસ્ટનની ઉપર વજનિયા મૂકીને દબાણ એકસરખુ જાળવવામાં આવે છે. વજનિયા અને પિસ્ટન મળીને ટોટલ દ્રવ્યમાન 50 kg થાય છે. ગુરૂત્વપ્રવેગ 9.81 m/s^2 અને વાતાવરણનું દબાણ 1.01325 bar છે. ધારિલો કે પિસ્ટન ઘર્ષણ વિહિન છે. શોધો :
a) જો પિસ્ટનનો વ્યાસ 100 mm હોય તો વાતાવરણ, પિસ્ટન અને વજનિયા દ્વારા કેટલું બળ લાગશે?
b) વાયુનું દબાણ.
c) પિસ્ટન અને વજનિયાનું ગેસ દ્વારા 400 mm વિસ્તરણ કરવામાં આવેતો થતા કાર્યની ગણતરી kJ માં શોધો.

7) What is energy? Write down its types and different units.
ઉર્જા એટલે શું? ઉર્જાનાં વિવિધ પ્રકારો લખી તેનાં એકમો લખો.
8) Explain reversible and irreversible process with example?

પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયા અને અપ્રતિવર્તી પ્રક્રિયા ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.

9) Two Kg of CO_2 is contain in a piston – cylinder assembly at a pressure of 6.5 bar and a temperature of 300 K. The piston has a mass of 5000 kg and a surface area of 1 m^2. The friction of the piston on the walls is significant and cannot be ignored. The atmospheric pressure is 1.01325 bar. The latch holding the piston is suddenly removed and the gas is allowed to expand. The expansion is arrested when the volume is double the original volume. Determine the work appear in the surrounding. Will it be the same as the work done by the gas?

પિસ્ટન અને સિલિન્ડર ધરાવતા સાધનમાં 6.5 bar દબાણે અને 300 K તાપમાને 2 kg જેટલો કાર્બન ડાયોક્સાઇડ (CO_2) વાયુ ભરેલો છે. પિસ્ટનનું દ્રવ્યમાન 5000 kg અને પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળ 1 m^2 છે. દિવાલ પર પિસ્ટનનું ઘર્ષળ અવગણવામાં આવતું નથી. વાતાવરણનું દબાણ 1.01325 bar છે. પિસ્ટનની સ્થિતિ બદલીને ગેસનું વિસ્તરણ કરવામાં આવે છે. જ્યારે પહેલી પરિસ્થિતિનાં કદ કરતા બમણુ કદ થાય ત્યારે વિસ્તરણ અટકાવવામાં આવે છે. પરિસરમાં થતું કાર્ય શોધો. શું એ ગેસ દ્વારા થતાં કાર્ય જેટલું જ થશે?

10) Explain the importance of the ideal –gas temperature scale?

આદર્શવાયુ તાપમાન સ્કેલનું મહત્વ સમજાવો.

11) Distinguish between steady state and equilibrium state.

સ્ટેડી સ્ટેટ અને સંતુલિત અવસ્થા વચ્ચેનો તફાવત લખો.

12) Nitrogen gas is confined in cylinder and pressure of the gas is maintained by a weight placed on the piston. The mass of the piston and weight together is 100 kg. The acceleration due to gravity is 9.81 m/s^2 and the atmospheric pressure is 1.01325 bar. Assume frictionless piston. Determine:

a) The force exerted by the atmosphere, the piston and the weight on the gas if the piston is 200 mm in diameter.

b) The pressure of the gas

c) If the gas is allowed to expand pushing up the piston and the weight by 500 mm, what is the work done by gas in KJ.

એક સિલિન્ડરની અંદર નાઇટ્રોજન ગેસ ભરવામાં આવે છે અને પિસ્ટનની ઉપર વજનિયા મૂકીને દબાણ એકસરખુ જાળવવામાં આવે છે. વજનિયા અને પિસ્ટન મળીને ટોટલ દ્રવ્યમાન 100 kg થાય છે. ગુરૂત્વપ્રવેગ 9.81 m/s^2 અને વાતાવરણનું દબાણ 1.01325 bar છે. ધારિલો કે પિસ્ટન ઘર્ષણ વિહિન છે. શોધો :

a) જો પિસ્ટનનો વ્યાસ 200 mm હોય તો વાતાવરણ, પિસ્ટન અને વજનિયા દ્વારા કેટલું બળ લાગશે?

b) વાયુનું દબાણ.

c) પિસ્ટન અને વજનિયાનું ગેસ દ્વારા 500 mm વિસ્તરણ કરવામાં આવેતો થતા કાર્યની ગણતરી kJ માં શોધો.

13) Define System and Surrounding. Give its examples.

પ્રણાલી અને પરિસર વ્યાખ્યાયિત કરો. તેના ઉદાહરણો આપો.

14) Distinguish between closed system and open system. Say whether the following systems are open or closed:

a) A tubular reactor

b) A batch reactor.

ખુલ્લીપ્રણાલી અને બંધ પ્રણાલી વચ્ચેનો તફાવત સ્પષ્ટ કરો. નીચેની પ્રણાલી ખુલ્લી છે કે બંધ છે તે કહો.

a) ટ્યુબ્યુલર રિએક્ટર

b) બેચ રિએક્ટર

15) A gas which occupies a volume of 0.2 m^3 at a pressure of 1bar is expanded to a final pressure of 7 .0 bar. The pressure of the gas varies according to the relation P = 1200 V+ b, where P is in Kpa, V is in m^3 and b is a constant. Calculate the work done by the gas.

0.2 m^3 જેટલું કદ અને 1 bar દબાણ ધરાવતા વાયુનું વિસ્તરણ કરીને 7 .0 bar જેટલું દબાણ કરવામાં આવે છે. આપેલ સૂત્ર **P = 1200 V+ b** પ્રમાણે વાયુનાં દબાણમાં ફેરફાર થાય છે, જ્યાં P નો એકમ Kpa, V નો એકમ m^3 છે અને b અચળ છે. વાયુ દ્વારા થતા કાર્યની ગણતરી કરો.

Unit 2 First Law of Thermodynamics

1) Derive dH = dQ for constant pressure process.
અચળ દબાણ ધરાવતી પદ્ધતિ માટે dH = dQ સમીકરણ તારવો.
2) State First law of thermodynamics and Give its mathematical statement for non-flow process.
ઉષ્માગતિશાસ્ત્રનો પહેલો નિયમ લખો અને નોન ફ્લો પ્રોસેસ માટે તેનું ગાણિતીય સ્વરૂપ દર્શાવો.
3) Define Internal Energy? Show that Internal energy is a state function?
આંતરિક ઉર્જા વ્યાખ્યાયિત કરો. સાબિત કરો કે આંતરિક ઉર્જા અવસ્થા વિધેય છે.
4) Water at 368 K is pumped from a storage tank at the rate of 25 m^3/h. The motor for the pumped supplies work at the rate of 2 hp. The water passes through a heat exchanger, where it gives up heat at a rate of 42000 kJ/min and is delivered to a second storage tank at an elevation of 20 m above the first tank. What is the temperature of the water delivered to the second storage tank? Assume that the enthalpy of water is zero at 273 K and specific heat of water is constant at 4.2 kJ/kg . k.
368 K તાપમાન ધરાવતું પાણી પ્રથમ સ્ટોરેજ ટેન્કમાં રહેલું છે. આ પાણીને પંપ દ્વારા 25 m^3/h નાં દરે હીટ ટ્રાન્સફર માટે હીટ એક્સ્ચેન્જરમાં મોકલવામાં આવે છે. પંપની મોટર 2 hp નાં દરે કાર્ય પૂરૂ પાડે છે. હીટ એક્સ્ચેન્જરમાં આ પાણી 42000 kJ/min નાં દરે હીટ (ઉષ્મા) ગુમાવે છે. હીટ એક્સ્ચેન્જરમાંના આ પાણીને દ્વિતિય સ્ટોરેજ ટેન્કમાં સ્ટોર કરવામાં આવે છે. આ દ્વિતિય સ્ટોરેજ ટેન્ક પ્રથમ સ્ટોરેજ ટેન્કથી 20 m ઉચે છે. દ્વિતિય સ્ટોરેજ ટેન્કમાં ઠલવાતા પાણીનું તાપમાન કેટલું હશે? ધારિલો કે 273 K તાપમાને પાણીની એન્થાલ્પી શૂન્ય છે અને પાણીની વિશિષ્ટ ઉષ્મા 4.2 kJ/kg . k જેટલી અચળ છે.
5) Explain the term enthalpy in detail.
એન્થાલ્પી શબ્દ સવિસ્તાર સમજાવો.
6) A car riding downhill at a speed 20 m/s was applied break when it was at height of 30 m vertically above the bottom of the hill. When the car comes to the halt at the bottom of the hill, how much energy as heat must be dissipated by the breaks, if wind and either frictional effects are neglected? The car weighed 1400 kg.
એક કાર ટેકરી પરથી 20 m/s ની ઝડપથી નિચે ઉતરી રહી છે, ટેકરીનાં તળિયેથી 30 m લંબ ઉચાઇએ કાર બ્રેક મારે છે. જ્યારે કાર ટેકરીનાં તળિયા પર થોભે છે ત્યારે બ્રેકને કારણે કેટલી ઉર્જા વેડફાઇ હશે? પવન અને બીજી ઘર્ષણયુક્ત અસરોને અવગણવામાં આવે છે. કારનું વજન 1400 kg છે.
7) Derive first law of thermodynamics for flow process.
વહન પ્રક્રિયા માટે થર્મોડાયનેમિકનો પ્રથમ નિયમ સાબિત કરો.
8) Heat is transferred to 10 kg of air which is initially at 100 Kpa and 300 K until its temperature reaches 600 K. Determine the change in internal energy, the change in enthalpy, the heat supplied, and the work done in the following process:
Constant volume process
Constant pressure process
Assume that air is an ideal gas for which the P-V-T relationship is PV = nRT, where n is the number of moles of the gas and R is the ideal gas constant. R = 8.314 kJ/kmol K. Take C_p= 29.099 kJ/kmol K, C_v = 20.785 kJ/kmol K and molecular weight of air is 29.

100 kPa દબાણે અને 300 K તાપમાને 10 kg હવામાં ઉષ્માનું પ્રસરણ થાય છે અને હવાનું તાપમાન 600 K કરવામાં આવે છે. નીચેની પ્રક્રિયાઓ માટે આતરિક ઉર્જા થતો ફેરફાર, એન્થાલ્પીમાં થતો ફેરફાર, થતા કાર્ય અને આપવામાં આવતી ઉષ્માની ગણતરી કરો.

અચળ કદે પ્રક્રિયા

અચળ દબાણે પ્રક્રિયા.

ધારિલો કે હવા એ આદર્શ વાયુ છે અને PV = nRT ના નિયમને અનુસરે છે.

n = વાયુના મોલની સંખ્યા

R = આદર્શ વાયુ અચળાંક = 8.314 kJ/kmol K

C_p = 29.099 kJ/kmol K,

C_v = 20.785 kJ/kmol K

હવાનો અણુભાર = 29

9) Define heat capacity and Derive $C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P$

ઉષ્માક્ષમતા વ્યાખ્યાયિત કરો અને સાબિત કરો $C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P$

10) Calculate ΔU and ΔH in kJ for 1 kmol water, as it is vapourised at the constant temperature of 373 K and constant pressure of 1.01325 Kpa. The specific volume of the liquid and vapour at these condition are 1.04×10^{-3} and 1.675 m^3/kmol, respectively; 1030 kJ of heat is added to water for this change.

373 K જેટલા અચળ તાપમાને અને 1.01325 Kpa જેટલા અચળ દબાણે પાણીનું વરાળમાં રૂપાંતર થાય છે તો 1 kmol પાણી માટે ΔU અને ΔH ની ગણતરી kJ (kilo joule) માં કરો. પ્રવાહી અવસ્થામાં પાણીનું વિશિષ્ટ કદ 1.04×10^{-3} m^3/kmol છે અને પાણીની વરાળનું વિશિષ્ટ કદ 1.675 m^3/kmol છે. પાણીને પ્રવાહીમાંથી વરાળમાં ફેરવવા માટે 1030 kJ જેટલી ઉષ્માની જરૂરિયાત પડે છે.

Unit 3 PVT behavior

1) Explain the physical significance of triple point and critical point.
   ટ્રીપલ પોઇન્ટ અને ક્રાંતિક બિંદુનું ભૌતિક મહત્વ સમજાવો.
2) Write short note on compressibility charts.
   કોમ્પ્રેસિબિલીટી ચાર્ટ પર ટૂકનોધ લખો.
3) Calculate the compressibility factor and molar volume for methanol vapour at 500 K and 10 bar by using the virial equation.
   500 K તાપમાન અને 10 bar દબાણ ધરાવતા મિથેનોલની વરાળનું વિરિયલ સમિકરણ દ્વારા મોલર કદ અને કોમ્પ્રેસિબિલીટી ફેક્ટરની ગણતરી કરો.
4) Explain with neat sketch pressure-volume behavior for pure fluid.
   શુદ્ધ તરલ પદાર્થ માટે દબાણ – કદની વર્તણૂક દર્શાવતી આકૃતિ દોરો.
5) Describe in brief polytropic process.
   પોલિટ્રોપિક પ્રક્રિયાનું ટૂકમાં વર્ણન કરો.
6) Calculate the volume occupied by one mole of oxygen at 300 K and 100 bar using
   a) The ideal gas law
   b) The Van der Waals equation

   Take α= 0.1378 Nm^4/mol^2 and β= 3.18 × 10^{-5} m^3/mol.
   300 K તાપમાન અને 100 bar દબાણ ધરાવતા ઓક્સીજન વાયુનાં 1 મોલ છે તો અ) આદર્શવાયુનો નિયમ અને બ) વાન્ડરવાલ્સ સમિકરણ દ્વારા આ વાયુનાં કદની ગણતરી કરો. ધારીલો કે α= 0.1378 Nm^4/mol^2 અને β = 3.18 × 10^{-5} m^3/mol છે.
7) Show that $C_p - C_v = R$ for an ideal gas.
   આદર્શવાયુ માટે $C_p - C_v = R$ સાબિત કરો.
8) Explain about the van der Waals equation of real gases.
   વાસ્તવિક વાયુ માટેનાં વાન્ડરવાલ્સ સમિકરણ વિશે સમજાવો.
9) An ideal gas is undergoing a series of three operations: The gas is heated at constant volume from 300 K and 1 bar to pressure of 2 bar. It is expanded in a reversible adiabatic process to a pressure of 1 bar. It is cooled at constant pressure of 1 bar to 300 K. Determine the heat and work effects for each step. Assume C_p= 29.3 kJ/kmol.K.
   આદર્શવાયુ પર ત્રણ પ્રક્રિયા કરવામાં આવે છે. અચળ કદે આદર્શવાયુને 300 K તાપમાને ગરમ કરી દબાણ 1 bar થી વધારી 2 bar જેટલું કરવામાં આવે છે. પ્રતિવર્તી સમોષ્મી પ્રક્રિયા દ્વારા 1 bar દબાણે આ વાયુનું વિસ્તરણ કરવામાં આવે છે. 1 bar જેટલા અચળ દબાણે 300 K તાપમાન પર ઠંડુ પાડવામાં આવે છે. દરેક સ્ટેપ માટે ઉષ્મા અને કાર્યની ગણતરી કરો. ધારિલો કે C_p= 29.3 kJ/kmol.K
10) Show that $Q = W = RT \ln\frac{P_1}{P_2}$ for constant temperature process.
   અચળ તાપમાને થતી પ્રક્રિયા માટે $Q = W = RT \ln\frac{P_1}{P_2}$ સાબિત કરો.
11) Explain with neat sketch pressure-Temperature behavior for pure fluid.
   શુદ્ધ તરલ પદાર્થ માટે દબાણ – તાપમાનની વર્તણૂક દર્શાવતી આકૃતિ દોરો.
12) 1 Kmol of CO_2 occupies a volume of 0.381 m^3 at 313 K. Calculate the pressure from:
   a) Ideal gas equation
   b) Van der Waals equation

Take the van der Waals constants to be α= 0.365 Nm^4/mol^2 and β = 4.28 × 10^{-5} m^3/mol.

313 K તાપમાને 1 Kmol CO_2 નું કદ 0.381 m^3 છે તો અ) આદર્શવાયુ સમિકરણ અને બ) વાન્ડરવાલ્સ સમિકરણ દ્વારા દબાણની ગણતરી કરો. વાન્ડરવાલ્સ અચળાંક, α=0.365Nm^4/mol^2 અને β = 4.28 × 10^{-5} m^3/mol છે.

13) Show that for an adiabatic process $PV^{\gamma} = constant$

સમોષ્મી પ્રક્રિયા માટે PV^{γ} = અચળ સાબિત કરો.

14) Explain constant volume and constant pressure processes.

સમદાબી અને સમકદી પ્રક્રિયાઓ વિશે સમજાવો.

15) Calculate the change internal energy, change in enthalpy, work done, and the heat supplied in the following processes:

An ideal gas is expanded from 5 bar to 4 bar isothermally at 600 K.

An ideal gas contained in the vessel of 0.1 m^3 capacity is initially at 1 bar and 298 K. It is heated at constant volume to 400 K.

(Assume that C_p= 30 J/mol.K.)

નીચેની પ્રક્રિયા માટે આંતરિક ઉર્જા માં થતો ફેરફાર, એન્થાલ્પીમાં થતો ફેરફાર, કાર્ય અને આપવામાં આવતી ઉષ્માની ગણતરી કરો.

અ) સમતાપી પ્રક્રિયા માટે 600 K તાપમાને 5 bar દબાણે રહેલા આદર્શવાયુનું વિસ્તરણ થઇને 4 bar જેટલું થાય છે.

બ) 0.1 m^3 ક્ષમતા ધરાવતા પાત્રની અંદર આદર્શવાયુ રહેલ છે જેનું શરૂઆતનું દબાણ 1 bar અને તાપમાન 298 K છે. આ વાયુને અચળ કદે ગરમ કરીને 400 K તાપમાન પર લઇ આવવામાં આવે છે. ધારિલો કે C_p= 30 J/mol . K છે.

Unit 4 Heat Effects

1) Define: 1) The heat of reaction, 2) The standard heat of reaction, 3) The standard heat of formation, 4) The standard heat of combustion.

   વ્યાખ્યા આપો: 1) પ્રક્રિયા ઉષ્મા, 2) પ્રમાણિત પ્રક્રિયાઉષ્મા, 3) પ્રમાણિત સર્જનઉષ્મા,

   4) પ્રમાણિત દહનઉષ્મા.

2) Explain GHV and NHV.

   GHV અને NHV વિશે સમજૂતી આપો.

3) Pure CO is mixed with 100 % excess air and burnt. Only 80 % of the CO burns. The reactants are at 373 K and the products are at 573 K. Calculate the amount of heat added or removed per Kmol of CO fed to the reactor.

   Mean molal specific heat between 298 K and T K in KJ/kmol K are:

Gas	T= 373 K	T= 573 K
CO	29.22	30.61
CO_2	-	43.77
O_2	29.84	30.99
N_2	29.17	29.66

   Standard heat of formation at 298 K in KJ/kmol are CO= -110.524 and CO_2 = -393.514.

   100 % વધારાની હવા સાથે શુદ્ધ CO ને મિક્સ કરી બાળવામાં આવે છે. અહી 80 % CO બળે છે. પ્રક્રિયકનું તાપમાન 373 K છે અને નિપજનું તાપમાન 573 K છે. રિએક્ટરમાં દાખલ થતા CO નાં Kmol દીઠ ઉમેરાતી અથવા દૂર થતી ઉષ્માની ગણતરી કરો.

   298 K અને T K તાપમાન વચ્ચેની સરેરાશ મોલલ વિશિષ્ટ ઉષ્મા નીચે પ્રમાણે છે.

Gas	T= 373 K	T= 573 K
CO	29.22	30.61
CO_2	-	43.77
O_2	29.84	30.99
N_2	29.17	29.66

   298 K તાપમાને CO ની પ્રમાણિત સર્જનઉષ્મા -110.524 KJ/kmol અને CO_2 ની પ્રમાણિત સર્જનઉષ્મા -393.514 KJ/kmol છે.

4) Describe Hess's law of constant heat summation.

   હેસનો અચળ ઉષ્મા સંકલનનો નિયમ તારવો.

5) Derive: $\Delta H_T^0 = \Delta H' + \Delta\alpha T + \frac{\Delta\beta}{2}T^2 + \frac{\Delta\Upsilon}{3}T^3$

   તારવો: $\Delta H_T^0 = \Delta H' + \Delta\alpha T + \frac{\Delta\beta}{2}T^2 + \frac{\Delta\Upsilon}{3}T^3$

6) Calculate the theoretical flame temperature for CO when burned with 100% excess air when both the reactants are at 373 K. The heat capacities (J/mol K) may be assumed constants at 29.23 for CO, 34.83 for O_2, 33.03 for N_2, and 53.59 for CO_2. The standard heat of combustion at 298 K is -283.178 kJ/mol CO.

   100% વધારાની હવા સાથે CO ને બાળવામાં આવે છે તો CO માટે થિયોરીટીકલ ફ્લેમ ટેમ્પરેચર (સૈદ્ધાંતિક જ્યોત તાપમાન) ની ગણતરી કરો. CO, O_2, N_2 અને CO_2 માટે ધારવામાં આવેલી અચળ

ઉષ્માક્ષમતા અનુક્રમે 29.23 J/mol.K, 34.83 J/mol.K, 33.03 J/mol.K અને 53.59 J/mol.K છે. 298 K તાપમાને પ્રમાણિત દહન ઉષ્મા -283.178 kJ/mol CO છે.

7) Explain in detail standard heat of formation and standard heat of combustion.
પ્રમાણિત સર્જનઉષ્મા અને પ્રમાણિત દહનઉષ્મા વિશે સવિસ્તાર સમજૂતી આપો.

8) Define: 1) adiabatic reaction, 2) adiabatic flame temperature, 3) temperature of reaction.
વ્યાખ્યા આપો: 1) સમોષ્મી પ્રક્રિયા, 2) સમોષ્મી જ્યોત તાપમાન, 3) પ્રક્રિયા તાપમાન.

9) The heat of reaction at 300 K and one atmospheric pressure for the following gas phase reaction:

$$A + 3B \rightarrow C$$

is -200 KJ per mol of A converted. Data on the molar heat capacity at constant pressure (KJ/mol K) for the various components are: C_p for A = $-1.7 \times 10^{-3} + 3.4 \times 10^{-4}T$, where T is in K, C_p for B = 0.03 and C_p for C = 0.1. Calculate the heat of reaction at 500 K and at a pressure of 100 KPa.

300 K તાપમાન અને એક વાતાવરણનાં દબાણે વાયુ સ્વરૂપની રાસાયણિક પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે છે.

$$A + 3B \rightarrow C$$

આ પરિસ્થિતીએ રૂપાંતરિત થતા A ની પ્રક્રિયા ઉષ્મા -200 KJ/ મોલ છે. વિવિધ ઘટકો માટે અચળ દબાણે મોલર ઉષ્માક્ષમતાનાં ડેટા નીચે પ્રમાણે છે.

A માટે, C_p (KJ/mol K) = $-1.7 \times 10^{-3} + 3.4 \times 10^{-4}$ T, જ્યાં T કેલ્વીન (K) માં છે

B માટે, C_p (KJ/mol K) = 0.03

C માટે, C_p (KJ/mol K) = 0.1

500 K તાપમાને અને 100 KPa દબાણે પ્રક્રિયાઉષ્માની ગણતરી કરો.

10) Explain in detail standard heat of reaction.
પ્રમાણિત પ્રક્રિયા ઉષ્મા વિશે સવિસ્તાર સમજૂતી આપો.

11) Describe the term temperature of reaction and what do you mean by adiabatic flame temperature?
પ્રક્રિયા તાપમાન વિશે વર્ણન કરો અને સમોષ્મી જ્યોત તાપમાન વિશે તમે શું સમજો છો?

12) For the following reaction the standard heat of reaction at 298 K is -164.987 kJ.

$$CO_2(g) + 4H_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + CH_4(g)$$

The constants in heat capacity (J/mol K) equation , are given below:

Gas	**α**	**β**	**γ**
CO_2	26.75	42.26×10^{-3}	-14.25×10^{-6}
H_2	26.88	4.35×10^{-3}	-0.33×10^{-6}
H_2O	29.16	14.49×10^{-3}	-2.02×10^{-6}
CH_4	13.41	77.03×10^{-3}	-18.74×10^{-6}

Calculate Standard heat of reaction at 773 K.

298 K તાપમાને થતી નીચેની રાસાયણિક પ્રક્રિયા માટે પ્રમાણિત પ્રક્રિયા ઉષ્મા -164.987 kJ છે.

$$CO_2(g) + 4H_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + CH_4(g)$$

ઉષ્માક્ષમતા (J/mol K) નાં સમિકરણ માટેનાં અચળાંકો નીચે મુજબ છે.

વાયુ	α	β	γ
CO_2	26.75	42.26×10^{-3}	-14.25×10^{-6}
H_2	26.88	4.35×10^{-3}	-0.33×10^{-6}
H_2O	29.16	14.49×10^{-3}	-2.02×10^{-6}
CH_4	13.41	77.03×10^{-3}	-18.74×10^{-6}

773 K તાપમાને પ્રમાણિત પ્રક્રિયાઉષ્માની ગણતરી કરો.

13) Describe the effect of temperature on the standard heat of reaction.
    પ્રમાણિત પ્રક્રિયાઉષ્મા પર તાપમાનની અસર વિશે વર્ણન લખો.

14) Using Hess's law, calculate the heat of formation of chloroform ($CHCl_3$) with following data:

a) $CHCl_3(g)+1/2\ O_2\ (g)+H_2O(l) \rightarrow CO_2(g)+ 3HCl(g)$; ΔH^0_{298}= -509.93 KJ

b) $H_2(g)+ 1/2\ O_2\ (g) \rightarrow H_2O(l)$; ΔH^0_{298}= -296.03 KJ

c) $C(s) + O_2 \rightarrow CO_2(g)$; ΔH^0_{298}= -393.78 KJ

d) $1/2H_2(g)+1/2Cl_2(g) \rightarrow HCl(g)$ ΔH^0_{298}= -167.57 KJ

હેસનાં નિયમની મદદથી નીચે આપેલ ડેટા દ્વારા ક્લોરોફોર્મ ($CHCl_3$) ની સર્જનઉષ્માની ગણતરી કરો.

a) $CHCl_3(g)+1/2\ O_2\ (g)+H_2O(l) \rightarrow CO_2(g)+ 3HCl(g)$; ΔH^0_{298}= -509.93 KJ

b) $H_2(g)+ 1/2\ O_2\ (g) \rightarrow H_2O(l)$; ΔH^0_{298}= -296.03 KJ

c) $C(s) + O_2 \rightarrow CO_2(g)$; ΔH^0_{298}= -393.78 KJ

d) $1/2H_2(g)+1/2Cl_2(g) \rightarrow HCl(g)$ ΔH^0_{298}= -167.57 KJ

15) Pure CO is mixed with 100 percent excess air and completely burned at constant pressure. The reactants are originally at 400 K. Determine the heat added or removed if the products leaves at 600 K. The standard heat of reaction at 298 K is 283.028 KJ per mol CO burned. The mean specific heats applicable in the temperature range of this problem are 29.10, 29.70, 29.10, and 41.45 J/mol K respectively for CO, O_2, N_2, and CO_2 .

    100 ટકા વધારાની હવા સાથે શુદ્ધ CO ને મિક્સ કરી અચળ દબાણે સંપૂર્ણ બાળવામાં આવે છે. પ્રક્રિયકનું શરૂઆતનું તાપમાન 400 K છે. બહાર નિકળતી નિપજનું તાપમાન 600 K હોય તો ઉમેરવામાં આવતી અથવા દૂર કરવામાં આવતી ઉષ્માની ગણતરી કરો. 298 K તાપમાને એક મોલ CO ને બાળવા માટેની પ્રમાણિત પ્રક્રિયા ઉષ્મા 283.028 KJ છે. આ તાપમાનનાં ગાળા માટે CO, O_2, N_2, અને CO_2 માટે સરેરાશ વિશિષ્ટ ઉષ્મા અનુક્રમે 29.10, 29.70, 29.10 અને 41.45 J/mol K છે.

Unit 5 Second Law of Thermodynamics

1) Write down the limitations of the first law of thermodynamics.
   ઉષ્માગતિશાસ્ત્રનાં પ્રથમ નિયમની મર્યાદાઓ લખો.
2) Give statement of Clausius inequality and derive equation for same.
   ક્લોસિયસ અસમાનતાનું વિધાન આપો અને તેને માટે સમિકરણ તારવો.
3) It is required to freeze 1 kg water at 273 K by means of a refrigeration machine which operates in the surroundings at 300 K. The latent heat of fusion of ice at 273 K is 334.11 kJ/Kg. Determine:
   a) The minimum amount of work required
   b) The heat given up to the surroundings.

   300 K તાપમાનવાળા પરિસરમાં ઓપરેટ થતા રેફ્રિજરેશન મશીન દ્વારા 273 K તાપમાને 1 kg પાણીને બરફમાં ફેરવવામાં આવે છે. 273 K તાપમાને બરફની ગલનગુપ્ત ઉષ્મા 334.11 kJ/Kg છે. શોધો:
   a) ઓછામાં ઓછુ જરૂર પડતું કાર્ય.
   b) પરિસરમાં દાખલ થતી ઉષ્માં.
4) Explain the Kelvin-Planck statement and the Clausius statement of the second law of thermodynamics?
   ઉષ્માગતિશાસ્ત્રના બીજા નિયમનાં કેલ્વિન – પ્લાન્ક વિધાન અને ક્લોસિયસ વિધાન સમજાવો.
5) Derive: $\Delta S = C_P \ln\frac{T_2}{T_1} - R\ln\frac{P_2}{P_1}$
   તારવો: $\Delta S = C_P \ln\frac{T_2}{T_1} - R\ln\frac{P_2}{P_1}$
6) Hydrocarbon oil is to be cooled from 425 K to 340 K at a rate of 5000 kg/h in a parallel flow heat exchanger. Cooling water at a rate of 10,000 kg/h at 295 K is available. The mean specific heats of the oil and water are respectively 2.5 kJ/kg K and 4.2 kJ/kg K. Determine the total change in the entropy. Is the process reversible?
   પેરેલલ ફ્લો હીટ એક્સ્ચેન્જરમાં 5000 kg/h ના દરે હાઇડ્રોકાર્બન ઓઇલને 425 K થી 340K તાપમાને ઠંડુ પાડવામાં આવે છે. 295 K તાપમાને ઠંડા પાણીનો પ્રવાહ દર 10,000 kg/h છે. ઓઇલ અને પાણીની સરેરાશ વિશિષ્ટ ઉષ્મા અનુક્રમે 2.5 kJ/kg . K અને 4.2 kJ/kg. K છે. એન્ટ્રોપીમાં થતો કુલ ફેરફાર શોધો. શું પ્રક્રિયા પ્રતિવર્તી છે?
7) What is entropy? Explain in detail.
   એન્ટ્રોપી એટલે શું? એન્ટ્રોપી વિશે સવિસ્તાર સમજાવો.
8) 10 kg water at 375 K is mixed adiabatically with 30 kg water at 275 K. What is the change in the entropy? Assume that the specific heat of the water is 4.2 kJ/kg K and is independent of temperature.
   375 K તાપમાન ધરાવતા 10 kg પાણીને 275 K તાપમાન ધરાવતા 30 kg પાણી સાથે મિક્સ કરવામાં આવે છે. એન્ટ્રોપીમાં થતો ફેરફાર શોધો. ધારિલો કે પાણીની વિશિષ્ટ ઉષ્મા 4.2 kJ/kg K છે અને તાપમાનથી સ્વતંત્ર છે.
9) Oil at 500 K is to be cooled at a rate of 5000 Kg/h in a counter –current exchanger using cold water available at 295 K. A temperature approach of 10 K is to be maintained at the both ends of exchanger. The specific heats of oil and water are respectively 3.2 and 4.2 kJ/kg K. Determine the total entropy change in the process.

5000 Kg/h નાં દરે 500 K તાપમાન ધરાવતા ઓઇલને કાઉન્ટર કરન્ટ એક્સ્ચેન્જરમાં 295K તાપમાન ધરાવતા ઠંડા પાણી દ્વારા ઠંડુ પાડવામાં આવે છે. એક્સ્ચેન્જરનાં બંને અંતિમ ભાગ પર 10 K તાપમાન જેટલો એપ્રોચ જાળવવામાં આવે છે. ઓઇલ અને પાણીની વિશિષ્ટ ઉષ્મા અનુક્રમે 3.2 kJ/kg. K અને 4.2 kJ/kg. K છે. પ્રક્રિયામાં એન્ટ્રોપીમાં થતો કુલ ફેરફાર શોધો.

10) Explain Carnot principle with diagram.
કાર્નોટ સિદ્ધાંત આકૃતિ સાથે સમજાવો.

11) Show that entropy is a state function.
સાબિત કરો કે એન્ટ્રોપી અવસ્થા વિધેય છે.

12) Two perfectly insulated tanks each of capacity 1 m^3 are connected by means of small pipeline fitted with valve. The first tank contains an ideal gas at 300 K and 200 KPa and the second one is completely evacuated. The valve is opened and the pressure and temperature are equalized. Determine the change in the entropy.
1 m^3 ક્ષમતા ધરાવતી બે સંપૂર્ણ ઇન્સ્યુલેટેડ ટેન્કને વાલ્વ ધરાવતી નાની પાઇપલાઇન દ્વારા કનેક્ટ કરવામાં આવે છે. પ્રથમ ટેન્કમાં 300 K તાપમાન અને 200 KPa દબાણ ધરાવતો આદર્શવાયુ છે અને બીજી ટેન્ક સંપૂર્ણપણે ખાલી છે. વાલ્વને ખુલ્લો કરવામાં આવે છે અને દબાણ તેમજ તાપમાનને સમાન કરવામાં આવે છે. એન્ટ્રોપીમાં થતો ફેરફાર શોધો.

13) Show that Kelvin-Planck statement and the Clausius statement are equivalent.
સાબિત કરો કે કેલ્વિન – પ્લાન્ક વિધાન અને ક્લોસિયસ વિધાન સમાન છે.

14) Give mathematical definition entropy and explain the termed involve.
એન્ટ્રોપીની ગાણિતીય વ્યાખ્યા આપો અને તેમાં સમાવિષ્ટ પદો સમજાવો.

15) A steel casting at a temperature 725 K and weighing 35 kg is quenched in 150 kg oil at 275 K. If there are no heat losses, determine the change in the entropy. The specific heat of steel is 0.88 KJ/kg K and that of oil is 2.5 kJ/kg K.
35 kg સ્ટીલનું 725 K તાપમાને કાસ્ટીંગ કરવામાં આવે છે ત્યારબાદ 275 K તાપમાન ધરાવતા 150 kg ઓઇલમાં તેને ઠંડુ પાડવામાં આવે છે. જો ઉષ્માનો વ્યય થતો ન હોય તો એન્ટ્રોપીમાં થતો ફેરફાર શોધો. સ્ટીલની વિશિષ્ટ ઉષ્મા 0.88 KJ/kg K છે અને ઓઇલની વિશિષ્ટ ઉષ્મા 2.5 kJ/kg K છે.

Unit 6 Refrigerator & Heat Pump

1) Explain COP and refrigerator capacity in detail.
   COP અને રેફ્રિજરેટરની ક્ષમતા સવિસ્તાર સાથે સમજાવો.
2) Give advantages and disadvantages of air-refrigeration cycle.
   એર – રેફ્રિજરેશન સાયકલનાં લાભો અને ગેરલાભો લખો.
3) Write short note on: 1) Refrigerator, 2) Heat Pump.
   ટૂંકનોંધ લખો.: 1) રેફ્રિજરેટર, 2) હીટ પંપ
4) Draw the diagram: 1) Components of a Carnot cycle, 2) T-S diagram of the Carnot cycle.
   ડાયાગ્રામ દોરો : 1) કાર્નોટ સાયકલનાં ઘટકોનો, 2) કાર્નોટ સાયકલનો T-S ડાયાગ્રામ.
5) What are the important properties of the refrigerant?
   રેફ્રિજરન્ટનાં મહત્વનાં ગુણધર્મો લખો.
6) An air refrigeration machine rated at 10 ton is used to maintain the temperature of a cold room at 261 K when the cooling water is available at 293 K. The machine operates between the pressures of 1.013 bar and 4.052 bar. Assume a 5-K approach in the cooler and the refrigerator. The specific heat of air may be taken as 1.008 kJ/kg K and γ=1.4. Calculate the COP and air circulation rate.
   10 ટનનાં એર રેફ્રિજરેશન મશીન દ્વારા 293 K જેટલા તાપમાન ધરાવતા ઠંડા પાણી દ્વારા 261 K તાપમાન પર રૂમને ઠંડો રાખવામાં આવે છે. 1.013 bar થી 4.052 bar જેટલા દબાણ વચ્ચે મશીન ઓપરેટ થાય છે. ધારિલો કે કુલર અને રેફ્રિજરેટરમાં 5-K નો અપ્રોચ છે. હવાની વિશિષ્ટ ઉષ્મા 1.008 kJ/kg K અને γ=1.4 છે. COP અને એર સરક્યુલેશન રેટની ગણતરી કરો.
7) Draw neat diagram of absorption refrigeration cycle.
   એબ્સોર્પશન રેફ્રિજરેશન સાયકલની સ્વચ્છ આકૃતિ દોરો.
8) A refrigeration machine operating at a condenser temperature of 290 K needs 1kW of power per ton of refrigeration. Determine the following:
   a) The coefficient of performance
   b) The heat rejected to the condenser
   c) The lowest temperature that can be maintained.

   એક રેફ્રિજરેશન મશીન 290 K જેટલા કન્ડેન્સર તાપમાને ઓપરેટ થાય છે. આ રેફ્રિજરેશન માટે એક ટન દીઠ 1kW પાવરની જરૂરિયાત પડે છે. નીચે પ્રમાણે શોધો.
   a) પરફોર્મન્સ ગુણાંક
   b) કન્ડેન્સરમાં દાખલ થતી ઉષ્મા.
   c) જાળવવામાં આવતું ઓછમાં ઓછું તાપમાન.
9) With neat sketch explain the vapour-compression cycle.
   આકૃતિ સહિત વેપર – કોમ્પ્રેશન સાયકલ સમજાવો
10) A vapour-compression cycle using ammonia as a refrigerant is employed in an ice manufacturing plant. Cooling water at 288 K enters the condenser at a rate of 0.25 kg/s and leaves at 300 K. Ammonia at 294 K condenses at a rate of 0.50 kg/ minute. Enthalpy of liquid ammonia at 294 K is 281.5 kJ/kg. The compressor efficiency is 90%. Saturated ammonia vapour at 258 K and enthalpy of 1426 kJ/Kg enters the compressor. What is the power requirement of the compressor and refrigeration capacity in tons?

બરફ બનાવતા પ્લાન્ટમાં વેપર – કોમ્પ્રેશન સાયકલ વિકસાવવામાં આવે છે જેમા રેફ્રિજરન્ટ તરીકે એમોનિયાનો ઉપયોગ થાય છે. 0.25 kg/s નાં દરે 288 K તાપમાન ધરાવતું પાણી કન્ડેન્સરમાં દાખલ થાય છે અને 300 K તાપમાને કન્ડેન્સરમાંથી બહાર નિકળે છે. 0.50 kg/ minute નાં દરથી 294 K તાપમાને એમોનિયા કન્ડેન્સ થાય છે. 294 K તાપમાને એમોનિયાની એન્થાલ્પી 281.5 kJ/kg છે. કોમ્પ્રેશરની કાર્યક્ષમતા 90% છે. 258 K તાપમાન અને 1426 kJ/Kg જેટલી એન્થાલ્પી ધરાવતા સતૃપ્ત એમોનિયાની વરાળ કોમ્પ્રેશરમાં દાખલ થાય છે તો કોમ્પ્રેશરને જરૂર પડતા પાવરની ગણતરી કરો અને ટનમાં રેફ્રિજરેશનની કેપેસિટી ગણો.