Uka Tarsadia University (Diwaliba Polytechnic)
Diploma in Chemical Engineering
Assignment (Industrial Stoichiometry)

Unit-1 Unit Systems & Basic Chemical Calculations

Answer the following in brief

1) Define pressure and convert 1400 mmHg to atm.
   દબાણની વ્યાખ્યા આપો અને ૧૪૦૦ mmHg ને atm માં ફેરવો.
2) What is the difference between Normality and Molarity?
   સપ્રામાણતા અને મોલારિટી વચ્ચેનો તફાવત લખો.
3) How many grams of carbon are present in 264 g of CO_2?
   ૨૬૪ ગ્રામ CO_2 માં કેટલા ગ્રામ કાર્બન હોય.
4) Define : 1) Base units, 2) Derived units
   વ્યાખ્યાયિત કરો. ૧) મૂળભૂત એકમ, ૨) સાધિત એકમ.
5) What is Equivalent weight and calculate the equivalent weights of H_3PO_4 .
   તુલ્યભાર એટલે શું? H_3PO_4 નો તુલ્યભાર શોધો.
6) The concentration of an aqueous solution of acetic acid is specified as 30% on weight basis. Find the molality of the solution.
   એસેટિક એસિડનાં જલિય દ્રાવણમાં એસેટિક એસિડની વજન ટકાવારી ૩૦ % છે, તો દ્રાવણની મોલાલિટી શોધો.
7) Write the units of Molarity and Molality.
   મોલારિટી અને મોલાલિટી ના એકમો લખો.
8) Write down the definition of gram atom and gram mole.
   ગ્રામ પરમાણુ અને ગ્રામ મોલની વ્યાખ્યા લખો.
9) What is normality? Write down its unit.
   સપ્રમાણતા એટલે શું? સપ્રમાણતાનો એકમ લખો.
10) Write down the unit of length & Mass in MKS
    MKS પદ્ધતિમાં લંબાઇ અને દ્રવ્યમાનનાં એકમો લખો.
11) Define: 1) Mole Percentage, 2) Atomic Weight
    વ્યાખ્યા આપો: ૧) મોલ ટકાવારી, ૨) અણુભાર.
12) Write down unit of 1) Density, 2) Force.
    એકમો લખો. ૧) ઘનતા, ૨) બળ.
13) Write down the unit of Time & Temperature in CGS.
    CGS પદ્ધતિમાં સમય અને તાપમાનનાં એકમો લખો.
14) Define: 1) Work, 2) Heat.
    વ્યાખ્યાઓ આપો: ૧) કાર્ય, ૨) ઉષ્મા.
15) Convert a pressure of 2 atm to mmHg.
    2 atm ને mmHg માં ફેરવો.

Unit-2 Ideal Gas Law

1) The gas mixture having the mass fraction of HCl, N_2 and O_2 as 0.391, 0.481 and 0.127 respectively. Calculate the partial pressure of HCl at 405.3 kPa and 303 K.

   વાયુ મિશ્રણમાં HCl, N_2 અને O_2 નાં દ્રવ્યઅંશ અનુક્રમે ૦.૩૯૧, ૦.૪૮૧, અને ૦.૧૨૭ છે, તો ૪૦૫.૩ kPa દબાણે અને ૩૦૩ K તાપમાને HCl નું આંશિક દબાણ શોધો.

2) What is ideal gas law?

   આદર્શ વાયુનો નિયમ લખો.

3) What is STP?

   STP એટલે શું?

4) A cylinder contains 15 kg of liquid propane. What volume in m^3 will propane occupy if it is released and brought to NTP conditions?

   એક સિલિન્ડરની અંદર ૧૫ kg પ્રવાહી પ્રોપેન છે. જ્યારે પ્રોપેનને છોડવામાં આવે છે અને NTP ની પરિસ્થિતીમાં લાવવામાં આવે છે ત્યારે કેટલુ કદ (m^3) ગ્રહણ કરશે?

5) What is vapour pressure?

   બાષ્પદબાણ એટલે શું?

6) Write the unit of R (universal gas constant) mentioning cubic meter, Pascal and Kelvin.

   ઘન મિટર, પાસ્કલ અને કેલ્વિન માં દર્શાવતા સાર્વત્રિક વાયુ અચળાંક (R) નો એકમ લખો.

7) Write the formula to find the density of gas mixture.

   વાયુ મિશ્રણની ઘનતા શોધવા માટેનું સૂત્ર લખો.

8) Write down Raoult's Law.

   રાઉલ્ટનો નિયમ લખો.

9) The feed to ammonia synthesis reactor contains 25 mole % nitrogen and 75 mole % hydrogen. Find average molecular weight of feed.

   એમોનિયા રીએક્ટરમાં દાખલ થતા પ્રવાહમાં ૨૫ મોલ % નાઇટ્રોજન અને ૭૫ % હાઇડ્રોજન છે, તો દાખલ થતા આ પ્રવાહનો સરેરાશ અણુભાર શોધો.

10) Write down Amagat's Law.

    એમાગટનો નિયમ લખો.

11) Derive the relation between partial pressure, mole fraction of component gas to total pressure i.e. $P_a = x_A P$

    વાયુનાં મોલ અંશ, આંશિક દબાણ અને ટોટલ દબાણ દર્શાવતું સૂત્ર $P_a = x_A P$ સાબિત કરો.

12) An aqueous solution contains 20% ammonia, 60% ammonium nitrate and 5% urea (NH_2CONH_2) by weight. Find the available nitrogen content of urea.

    વજનની ટકાવારીનાં ધોરણે એક જલીય દ્રાવણમાં ૨૦ % એમોનિયા, ૬૦ % એમોનિયમ નાઇટ્રેટ અને ૫% યુરિયા (NH_2CONH_2) છે. યુરિયામાં હાજર રહેલ નાઇટ્રોજન ઘટક નું પ્રમાણ શોધો.

13) A gas mixture has following composition by volume:
    O_2 = 15.1 %, CO_2 = 3.7%, N_2 = 75% and H_2O = 6.2%. Find composition by weight.

    કદની ટકાવારીનાં ધોરણે વાયુ મિશ્રણમાં રહેલા ઘટકોનું પ્રમાણ નીચે પ્રમાણે છે.

    O_2 = ૧૫.૧%, CO_2 = ૩ .૭%, N_2 = ૭૫% અને H_2O = ૬.૨%, તો ઘટકોની વજન ટકાવારી શોધો.

14) Write down full form of 1) NTP, 2) STP.

પૂરા નામ લખો. ૧) NTP, ૨) STP.

15) Write down Dalton's law.

ડાલ્ટનનો નિયમ લખો.

Answer the following.

1) Calculate the moles of 20 kg of Cl_2?

૨૦ kg Cl_2 નાં મોલની ગણતરી કરો.

2) 15 kg of carbon dioxide is compressed at a temperature of 303 K (30°C) to a volume of 0.5 m^3 and having 0.341 kmol of CO_2. Calculate the pressure required for given duty. Assume ideal gas law is applicable. (Given: R=8.31451 m^3.kPa/(kmol.K))

303 K (30°C) તાપમાને ૧૫ kg કાર્બન ડાયોક્સાઇડ પર દબાણ લાગુ પાડી ૦.૫ m^3 જેટલુ કદ કરવામા આવે છે. CO_2 ના મોલ ૦.૩૪૧ છે, તો CO_2 નાં દબાણની ગણતરી કરો. ધારીલો કે આ વાયુ આદર્શ વાયુ છે. (R=8.31451 m^3.kPa/(kmol.K))

3) Calculate the volume occupied by 20 kg of chlorine gas at a pressure of 100 kPa and 298 K (25°C).

૧૦૦ kPa દબાણે અને ૨૯૮ K (25°C) તાપમાને ૨૦ kg ક્લોરિનનું કદ કેટલું થશે?

4) Calculate the volume occupied by 10 kg of chlorine gas at a pressure of 50 kPa and 298 K (25°C).

૫૦ kPa દબાણે અને ૨૯૮ K (25°C) તાપમાને ૧૦ kg ક્લોરિનનું કદ કેટલું થશે?

5) What is Henry's law?

હેન્રીનો નિયમ લખો.

6) What is specific gravity of a gas? Write down formula of specific gravity.

વાયુની સ્પેસિફિક ગ્રેવીટી એટલે શું? સ્પેસિફિક ગ્રેવીટીનું સૂત્ર લખો.

7) Calculate the density of air containing 21% O_2, 79% N_2 by volume at 503 K (230°C) and 1519.875 kPa.

૧૫૧૯.૮૭૫ kPa. નાં દબાણે અને ૫૦૩ K (૨૩૦^{o}C) ના તાપમાને હવાનાં ઘટકોની સાંદ્રતા કદની ટકાવારીનાં ધોરણે ૨૧% O_2, ૭૯ % N_2 છે તો હવાની ઘનતા શોધો.

8) A gaseous mixture has the following composition by volume:
CO_2 = 8%, CO = 14, O_2 = 6%, H_2O = 5%, CH_4 = 1% and N_2 = 66% . Calculate (i) Average molecular weight of gas mixture and (ii) Density of gas mixture at 303 K and 101.325 kPa.

વાયું મિશ્રણમાં રહેલા ઘટકોની કદની ટકાવારી : CO_2 = 8%, CO = 14% , O_2 = 6%, H_2O = 5%, CH_4 = 1% અને N_2 = 66% છે. શોધો (૧) વાયું મિશ્રણનો સરેરાશ અણુભાર, (૨) ૩૦૩ K તાપમાને અને ૧૦૧.૩૨૫ kPa દબાણે વાયું મિશ્રણની ઘનતા.

9) A mixture of nitrogen and carbon dioxide at 298 K (25°C) and 101.325 kPa has an average molecular weight of 31. What is the partial pressure of nitrogen?

નાઇટ્રોજન અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડનાં મિશ્રણનું તાપમાન ૨૯૮ K (૨૫^{o}C) , દબાણ ૧૦૧.૩૨૫ kPa અને સરેરાશ અણુભાર ૩૧ છે, તો નાઇટ્રોજનનું આંશિક દબાણ શોધો.

10) Show that pressure % = mole % = volume %.

સાબિત કરો કે દબાણ % = મોલ % = કદ %

11) A solution containing 55% benzene, 28% toluene and 17% xylene by weight is in contact with its vapour at 373 K. Calculate the total pressure and molar composition of the liquid and vapour.

વજનની ટકાવારી નાં ધોરણે એક દ્રાવણ ૩૭૩ K તાપમાને ૫૫ % બેન્ઝિન , ૨૮ % ટોલ્યુઇન અને ૧૭ % ઝાયલીન ધરાવે છે જે ૩૭૩ K તાપમાને તેની વરાળનાં સંપર્કમાં આવે છે. પ્રવાહી અને વરાળનાં આણ્વીય ઘટકોનું પ્રમાણ તેમજ ટોટલ દબાણ શોધો.

12) The analysis of the gas sample is given below (on volume basis): CH_4 = 66%, CO_2 = 30%, NH_3 = 4%. Find average molecular weight of gas. (Assume ideal gas).
વાયુ નું વિશ્લેષણ કરતાં ઘટકોની કદને આધારે ટકાવારી CH_4 = ૬૬%, CO_2 = ૩૦%, NH_3 =૪% છે, તો વાયુનો સરેરાશ અણુભાર શોધો. (આદર્શ વાયુની ધારણા કરો).

13) The Orsat (dry) analysis of a flue gas from a boiler house is as given below:
CO_2 = 10 %, O_2 = 7.96 %, N_2 = 82%, SO_2 = 0.04 % by volume. The flue gas pressure is 100 kPa (750 torr) and temperature is 463 K (190^oC). SO_2 is undesirable for the point of view of occupational hazards. Express the concentration of SO_2 in ppm and mg/m^3.
બોઇલરમાંથી નિકળતા દહનવાયુંઓનું ડ્રાય વિશ્લેષણે કદની ટકાવારીનું ધોરણ નીચે પ્રમાણે છે.
CO_2 = 10 %, O_2 = 7.96 %, N_2 = 82%, SO_2 = 0.04 %. દહનવાયુંઓનું દબાણ ૧૦૦ kPa (750 torr) અને તાપમાન 463 K (190^oC) છે. વ્યવસાયિક જોખમની દ્રષ્ટિએ SO_2 અનિચ્છનીય છે તો SO_2 ની સાંદ્રતા ppm અને mg/m^3 મા શોધો.

14) A gaseous mixture has the following composition by volume:
CO_2 = 8%, CO = 14, O_2 = 6%, H_2O = 5%, CH_4 = 1% and N_2 = 66% . Calculate (i) Average molecular weight of gas mixture and (ii) Density of gas mixture at 303 K and 101.325 kPa.
વાયું મિશ્રણમાં રહેલા ઘટકોની કદની ટકાવારી : CO_2 = 8%, CO = 14% , O_2 = 6%, H_2O = 5%, CH_4 = 1% and N_2 = 66% છે. ૩૦૩ K તાપમાને અને ૧૦૧.૩૨૫ kPa દબાણે, શોધો (૧) વાયું મિશ્રણનો સરેરાશ અણુભાર, (૨) વાયું મિશ્રણની ઘનતા

15) A natural gas has the following composition by volume:
CH_4 = 82%, C_2H_6 = 12% and N_2 = 6%. Calculate the density of gas at 288 K (15^oC) and 101.325 kPa.
કદની ટકાવારીનાં ધોરણે નેચરલ ગેસમાં ઘટકોનું પ્રમાણ નીચે પ્રમાણે છે.
CH_4 = ૮૨%, C_2H_6 = ૧૨% અને N_2 = ૬%, તો ૨૮૮ K (૧૫ ^oC) તાપમાને અને 101.325 kPa દબાણે વાયુની ઘનતા શોધો.

Unit 3 Material Balance in Processes Without Chemical Reactions

Answer the following.

1) What is material Balance?
મટીરિયલ બેલેન્સ એટલે શું?
2) Write the overall material balance for the Distillation process.
નિસ્યંદન પદ્ધતિનું સંપૂર્ણ મટીરિયલ બેલેન્સ લખો.
3) What is accumulation?
સંચય એટલે શું?
4) What is Bypass Operation?
બાયપાસ ઓપરેશન એટલે શું?

5) What is filtration?
ગાળણ એટલે શું?
6) What is Crystallization?
સ્ફટિકિકરણ એટલે શું?
7) Write the material balance of inert gas for the Absorption process with block diagram.
અભિશોષણ પદ્ધતિ માટે નિષ્ક્રિય વાયુનાં મટીરીયલ બેલેન્સ સહિત બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો.
8) What is law of conservation of mass?
દ્રવ્યસંચય નો નિયમ લખો.
9) Which operation is carried out in the chemical industry for the removal of a residual moisture with the help of hot air? And How material and energy balance help to solve any problem?
કેમિકલ ઇન્ડસ્ટ્રીઝમાં ગરમ હવાની હાજરી દ્વારા ઘટકમાં રહી ગયેલાં ભેજને દૂર કરવા માટે કયું ઓપરેશન કરવામાં આવે છે? અને કોઇપણ સમસ્યા દૂર કરવા માટે મટીરિયલ બેલેન્સ અને એનર્જી બેલેન્સ કઇ રીતે મદદરૂપ થાય છે. ?
10) Explain the block diagram of Extraction process.
નિષ્કર્ષણ પદ્ધતિનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો.

Answer the following in detail.

1) A single effect evaporator is fed with 10,000 kg/h of weak liquor containing 15% caustic (NaOH) by weight and is concentrated to get thick liquor containing 40% by weight caustic (NaOH). Calculate (a) kg/h of water evaporated and (b) kg/h of thick liquor obtained
નિર્બળ પ્રવાહીમાં કોસ્ટિક (NaOH) ૧૫ % વજનનાં દરે રહેલ છે આ પ્રવાહીને સિંગલ ઇફેક્ટ ઇવેપોરેટરમાં ૧૦૦૦૦ kg/h નાં પ્રવાહથી દાખલ કરવામાં આવે છે, આ ઇવેપોરેટરમાંથી નિકળતા સાંદ્ર પ્રવાહીમાં ૪૦% નાં વજનના દરે કોસ્ટિક (NaOH) રહેલુ છે, તો ગણતરી કરો : ૧) કેટલા kg/h પાણીનું બાષ્પીભવન થયું? અને ૨) કેટલા kg/h સાંદ્ર (ઘટ્ટ) પ્રવાહી મળ્યું?
2) An evaporator is fed with 15,000 kg/h of a solution containing 10% NaCl, 15% NaOH and rest water. In the operation, water is evaporated and NaCl is precipitated as crystals. The thick liquor leaving the evaporator contains 45% NaOH, 2% NaCl and rest water. Calculate (a) kg/h water evaporated, (b) kg/h salt precipitated, (c) kg/h thick liquor.
ઇવેપોરેટરમાં ૧૫૦૦૦ kg/h નાં પ્રવાહથી દાખલ થતા દ્રાવણમાં ૧૦% NaCl, ૧૫% NaOH અને બાકીનું પાણી છે. પ્રક્રિયા દરમ્યાન પાણીનું બાષ્પીભવન થાય છે જ્યારે NaCl સ્ફટિમય સ્વરૂપે મળે છે. ઇવેપોરેટરમાંથી નિકળતા સાંદ્ર (ઘટ્ટ) પ્રવાહીમાં ૪૫% NaOH, ૨% NaCl અને બાકીનું પાણી છે. ગણતરી કરો. ૧) કેટલા kg/h પાણીનું બાષ્પીભવન થયું? ૨) કેટલા kg/h સોલ્ટનું સ્ફટિકિકરણ થયું? ૩) કેટલા kg/h સાંદ્ર (ઘટ્ટ) પ્રવાહી મળ્યું?
3) A sample of coal is found to contain 63% carbon and 24% ash on weight basis. The analysis of refuse after combustion shows 7% carbon and rest ash. Calculate the percentage of the original carbon unburnt in the refuse.

કોલસાનાં નમૂનામાં વજનની ટકાવારીનાં ધોરણે ૬૩% કાર્બન અને ૨૪ % રાખ મળે છે. દહનપ્રક્રિયા પછી જે રિફ્યુઝ મળ્યો તેમાં કાર્બનનું પ્રમાણ ૭% અને બાકીની રાખ છે, તો રિફ્યુઝમાં ન બળેલ ઓરિજીનલ કાર્બનની ટકાવારી શોધો.

4) It is desired to make up 1000 kg of a solution containing 35% by weight of a substance ‘A’. Two solutions are available, one containing 10 weight percent ‘A’ and other containing 50 weight percent of ‘A’. How many kilograms of each solution will be required?
બે દ્રાવણો આપેલા છે પહેલા દ્રાવણમાં ‘A’ ઘટકની વજન ટકાવારી ૧૦% અને બીજા દ્રાવણમાં ‘A’ ઘટકની વજનની ટકાવારી ૫૦% છે. હવે આ દ્રાવણો દ્વારા ૧૦૦૦ kg નું નવું દ્રાવણ બનાવવુ છે જેમાં ‘A’ ઘટકની વજન ટકાવારી ૩૫ % જેટલી રાખવી છે તો દરેક દ્રાવણનાં કેટલા કિલોગ્રામની જરૂર પડશે?

5) Soyabean seeds are extracted using hexane in batch extractors. The flaked seeds are found to contain 18.6% oil, 69% solid and 12.4% moisture (by weight). At the end of the extraction process, cake (meal) is separated from hexane-oil mixture. The cake is analysed to contain 0.8% oil, 87.7% solids and 11.5% moisture (by weight). Find the percentage recovery of oil.
બેચ એક્સ્ટ્રેક્ટરમાં હેક્ઝેન દ્વારા સોયાબીનનાં દાણાનું નિષ્કર્ષણ કરવામાં આવે છે. નરમ દાણામાં મળતા ઘટકોમાં ૧૮.૬ % ઓઇલ, ૬૯% ઘન પદાર્થો અને ૧૨.૪ % ભેજ (વજનની ટકાવારી) છે. નિષ્કર્ષણ પ્રક્રિયાનાં અંતે હેક્ઝેન – ઓઇલનાં મિશ્રણમાંથી કેકને છુટી પાડવામાં આવે છે. કેકનું વિશ્લેષણ કરતાં ૦.૮ % ઓઇલ, ૮૭.૭ % ઘન પદાર્થો અને ૧૧.૫% ભેજ (વજનની ટકાવારી) ની હાજરી જાણવા મળી. ઓઇલની રિકવરી ટકાવારીમાં શોધો.

6) The dilute acid containing 25% H_2SO_4 is concentrated by commercial grade sulphuric acid containing 98% H_2SO_4 to obtain desired acid containing 65% H_2SO_4. Find the quantities of the acids required to make 1000 kg of desired acid.
૬૫% H_2SO_4 નું દ્રાવણ મેળવવા માટે ૨૫% નિર્બળ H_2SO_4 ની અંદર સાંદ્ર ૯૮ % H_2SO_4 ઉમેરવામાં આવે છે, તો ૧૦૦૦ kg નું ૬૫% H_2SO_4 મેળવવા માટે કેટલો અસિડનો જથ્થો જોઇશે?

7) A sample of coal from the colliery in West Bengal, is found to contain 67.2% carbon and 22.3% ash (both by weight). The refuse obtained at the end of combustion is analysed to contain 7.1% by weight carbon and 92.9% ash (by weight). Calculate the percent of original carbon remaining unburnt in refuse.
પશ્ચિમ બંગાળનાં કોલિએરી માંથી નિકળતા કોલસાનાં નમૂનામાં ૬૭.૨% કાર્બન અને ૨૨.૩ % રાખ (વજનની ટકાવારી) હાજર છે. દહન પ્રક્રિયાનાં અંતે મળતા રિફ્યુઝમાં ૭.૧% કાર્બન અને ૯૨.૯ % રાખ મળે (વજનની ટકાવારી) છે. રિફ્યુઝમાં ન બળેલ ઓરિજીનલ કાર્બનની ટકાવારી શોધો.

8) 1000 kg/h of a mixture containing equal parts by mass of benzene and toluene is distilled to get overhead product containing 95% benzene (weight basis). The flow rate of bottom stream being 512 kg/h. Calculate the percentage of toluene in the bottom product (weight basis).
સમાન દ્રવ્યમાન ધરાવતા બેન્ઝિન અને ટોલ્યુઇન નાં મિશ્રણનો પ્રવાહ ૧૦૦૦ kg/h છે. આ પ્રવાહને નિસ્યંદન કોલમમાં દાખલ કરવામાં આવે છે. ઓવર હેડ તરીકે મળતી પ્રોડક્ટમાં બેન્ઝિનની વજન ટકાવારી ૯૫ % છે. ટાવરનાં તળિયેનાં ભાગમાંથી નિકળતી સ્ટ્રીમનો પ્રવાહ ૫૧૨ kg/h છે, તો તળિયેનાં ભાગમાંથી નિકળતી પ્રોડક્ટમાં ટોલ્યુઇનની વજન ટકાવારી શોધો.

9) The dilute acid containing 20% H_2SO_4 is concentrated by commercial grade sulphuric acid containing 98% H_2SO_4 to obtain desired acid containing 67% H_2SO_4. Find the quantities of the acids required to make 1000 kg of desired acid.
૬૭ % H_2SO_4 નું દ્રાવણ મેળવવા માટે ૨૦ % નિર્બળ H_2SO_4 ની અંદર સાંદ્ર ૯૮ % H_2SO_4 ઉમેરવામાં આવે છે, તો ૧૦૦૦ kg નું ૬૭ % H_2SO_4 મેળવવા માટે કેટલો અસિડનો જથ્થો જોઇશે?

10) 1500 kg/h of a mixture containing equal parts by mass of benzene and toluene is distilled to get overhead product containing 94% benzene (weight basis). The flow rate of bottom stream being 510 kg/h. Calculate the percentage of toluene in the bottom product (weight basis).
સમાન દ્રવ્યમાન ધરાવતા બેન્ઝિન અને ટોલ્યુઇન નાં મિશ્રણનો પ્રવાહ ૧૫૦૦ kg/h છે. આ પ્રવાહને નિસ્યંદન કોલમમાં દાખલ કરવામાં આવે છે. ઓવર હેડ તરીકે મળતી પ્રોડક્ટમાં બેન્ઝિનની વજન ટકાવારી ૯૪ % છે. ટાવરનાં તળિયેનાં ભાગમાંથી નિકળતી સ્ટ્રીમનો પ્રવાહ ૫૧૦ kg/h છે, તો તળિયેનાં ભાગમાંથી નિકળતી પ્રોડક્ટમાં ટોલ્યુઇનની વજન ટકાવારી શોધો.

Unit 4: Material Balance in Processes Involving Chemical Reactions

Answer the following in brief.

1) Explain the term ‘stoichiometry’.
તત્વયોગમિતિ શબ્દ સમજાવો.

2) Define Limiting Reactant.
મર્યાદિત પ્રક્રિયક વ્યાખ્યાયિત કરો.

3) If A and B reacts to form product C. B is the excess reactant. Write the percent excess for B.
A અને B રાસાયણિક પ્રક્રિયા કરીને C પ્રોડક્ટ બનાવે છે. B પ્રક્રિયકની માત્રા વધારે છે. B માટે પરસેન્ટેજ એક્સેસ લખો.

4) The carbon monoxide is reacted with hydrogen to produce methanol. Calculate the stoichiometric ratio of H_2 to CO.
મિથેનોલ ઉત્પન્ન કરવા માટે કાર્બન મોનોક્સાઇડની હાઇડ્રોજન સાથે રાસાયણિક પ્રક્રિયા કરાવવામાં આવે છે. H_2 અને CO વચ્ચેનો તત્વયોગ ગુણોત્તર શોધો.

5) What do you mean by ‘per pass conversion’?
“પર પાસ કન્વર્ઝન” વિશે તમે શું જાણો છો?

6) Write an example to show excess reactant and limiting reactant.
એક્સેસ રિએક્ટન્ટ અને લિમિટિંગ રિએક્ટન્ટ બતાવતા ઉદાહરણ લખો.

7) Balance the following reactions :
(a) $CH_4 + O_2 \rightarrow$ (Formaldehyde produced)
(b) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow$ (Carbon dioxide produced)
નીચેની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓને સમતોલ કરો.
(a) $CH_4 + O_2 \rightarrow$ (ફોર્માલ્ડીહાઇડ ઉત્પન્ન થાય છે)
(b) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow$ (કાર્બન ડાયોક્સાઇડ ઉત્પન્ન થાય છે)

8) Explain stoichiometric ratio and stoichiometric proportion.

તત્વ્યોગ ગુણોત્તર અને તત્વયોગ પ્રમાણ સમજાવો.

9) Define yield.

યીલ્ડ (ઉપજ) વ્યાખ્યાયિત કરો.

10) Define selectivity.

સિલેક્ટીવિટી વ્યાખ્યાયિત કરો.

11) Explain the term conversion.

કન્વર્ઝન શબ્દ સમજાવો.

12) Consider the following reactions and write the stoichiometry to find the mole% of $Ca_3(PO_4)_2$ and CaF_2.

$Ca_3(PO_4)_2 + 6\ HCl \rightarrow 2H_3PO_4 + 3CaCl_2$

$CaF_2 + 2HCl \rightarrow 2HF + CaCl_2$

નીચેની પ્રક્રિયા ધ્યાનમાં લો. $Ca_3(PO_4)_2$ અને CaF_2 નાં મોલ % શોધવાની તત્વયોગમિતિ લખો.

$Ca_3(PO_4)_2 + 6\ HCl \rightarrow 2H_3PO_4 + 3CaCl_2$

$CaF_2 + 2HCl \rightarrow 2HF + CaCl_2$

13) A gas containing entirely of CH_4 and C_2H_6 is burnt with air giving flue gas. The Orsat analysis of flue gas gives 9.5% CO_2, 3% O_2, 2% CO and rest N_2. Calculate percent excess air.

વાયુમાં રહેલા CH_4 અને C_2H_6 ને હવાની હાજરીમાં બાળવામાં આવે છે. ઉત્પન્ન થયેલા ફ્લ્યુ ગેસમાં ૯.૫ % CO_2, 3% O_2, ૨% CO અને બાકીનો N_2 છે (ઓરસેટ વિશ્લેષણ પ્રમાણે). પરસેન્ટેજ એક્સેસ હવાની ગણતરી કરો.

14) Write down the percentage of component in Air.

હવામાં રહેલા ઘટકોની ટકાવારી લખો.

15) Explain the term ‘extent of reaction’.

રાસાયણિક પ્રક્રિયા સીમા (એક્સ્ટેન્ટ ઓફ રીએકશન) શબ્દ સમજાવો.

Answer the following

1) Ammonia is produced by the following reaction:

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

Calculate the molal flow rate of hydrogen corresponding to nitrogen feed rate of 25 kmol/h if they are fed in the stoichiometric proportion.

નીચેની પ્રક્રિયા દ્વારા એમોનિયા ઉત્પન્ન થાય છે.

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

નાઈટ્રોજનનો ફીડ રેટ ૨૫ kmol/h છે. નાઇટ્રોજનને સંબંધિત હાઇડ્રોજનનાં મોલલ ફ્લોરેટની ગણતરી કરો. (પ્રવાહનાં ઘટકોને તત્વયોગ પ્રમાણમાં દાખલ કરવામાં આવે છે.)

2) In production of sulphur trioxide, 100 kmol of SO_2 and 200 kmol of O_2 are fed to a reactor. The product stream is found to contain 80 kmol SO_3. Find the percent conversion of SO_2.

સલ્ફર ડાયોકસાઇડનાં ઉત્પાદન માટે રીએક્ટરમાં ૧૦૦ kmol SO_2 અને ૨૦૦ kmol O_2 દાખલ કરવામાં આવે છે. પ્રોડક્ટની સ્ટ્રીમમાં ૮૦ kmol SO_3 મળે છે. SO_2 નું પરસેન્ટેજ કન્વર્ઝન શોધો.

3) A feed containing 60 mole% A, 30 mole% B and 10 mole% inerts enters a reactor. 80 percent of original A reacts according to the following reaction:

$2A + B \rightarrow C$

Find the compostion of the product stream on mole basis based on the given compostion.

રિએક્ટરમાં દાખલ થતી સ્ટ્રીમમાં ૬૦ મોલ % A, ૩૦ મોલ % B અને ૧૦ મોલ % નિષ્ક્રિય ઘટકો છે. નીચે દર્શાવેલી રાસાયણિક પ્રક્રિયા પ્રમાણે ૮૦ % ઓરિજીનલ A વપરાય જાય છે.

$2A + B \rightarrow C$

આપેલા પ્રમાણને આધારે મોલ બેઝિઝ પર પ્રોડક્ટ સ્ટ્રીમનાં ઘટકોની ગણતરી કરો.

4) In production of sulphur trioxide, 100 kmol of SO_2 and 100 kmol of O_2 are fed to a reactor. If the percent conversion of SO_2 is 80, calculate the composition of the SO_3 in the product stream on mole basis.

સલ્ફર ડાયોકસાઇડનાં ઉત્પાદન માટે રીએક્ટરમાં ૧૦૦ kmol SO_2 અને ૧૦૦ kmol O_2 દાખલ કરવામાં આવે છે. SO_2 નુ પરસેન્ટેજ કન્વર્ઝન ૮૦ હોયતો પ્રોડક્ટ સ્ટ્રીમમાં SO_3 ના કંમ્પોઝિશનની ગણતરી મોલ બેઝિઝ પર કરો.

5) In the oxidation of SO_2 to SO_3, the conversion is 75% by using 70% excess air. Calculate the composition of N_2 gas leaving the reactor (on mole basis).

SO_2 નુ ઓક્સિડેશન થઇ SO_3 બને છે. રીએક્ટરમાં ૭૦ % વધારે હવા લઇ ૭૫ % નું કન્વર્ઝન મેળવવામાં આવે છે. રીએક્ટરમાંથી બહાર નિકળતાં N_2 વાયુ ગણતરી મોલ બેઝિઝ પર કરો.

6) Calculate the composition of O_2 gas obtained by burning pure FeS_2 with 60% excess air. Assume that reaction proceeds in the following manner and goes to completion.

$4\,FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

૬૦ % વધારે હવા વાપરીને FeS_2 ને બાળવામાં આવે છે, તો O_2 નાં પ્રમાણની ગણતરી કરો. ધારીલો કે નીચે પ્રમાણેની રાસાયણિક પ્રક્રિયા થાય છે

$4\,FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

7) The ultimate analysis of a coal sample is given below: Carbon=61.5%, Hydrogen=3.5%, Sulphur=0.4%, Ash=14.2%, Nitrogen= 1.8% and the rest oxygen. Calculate the theoretical oxygen requirement per unit weight of coal.

કોલસાનાં નમૂનાનું અલ્ટીમેટ એનાલિસિસ નીચે પ્રમાણે છે.

કાર્બન = ૬૧.૫ %, હાઇડ્રોજન = ૩.૫ %, સલ્ફર = ૦.૪ %, રાખ = ૧૪.૨ %, નાઇટ્રોજન = ૧.૮ % અને બાકીનો ઓકિસજન છે. કોલસાનાં એકમ વજન દીઠ થિયોરેટિકલ ઓકિસજનની જરૂરિયાત ગણો.

8) In manufacture of sulphur trioxide, feed to a reactor consists of 50 kmol SO_2 and 150 kmol air. Calculate the % excess air is used.

સલ્ફર ટ્રાયોક્સાઇડનાં ઉત્પાદન માટે રીએક્ટરની અંદર ૫૦ kmol SO_2 અને ૧૫૦ kmol હવા દાખલ કરવામાં આવે છે. વપરાતી % એક્સેસ હવાની ગણતરી કરો.

9) In manufacture of sulphur trioxide, feed to a reactor consists of 40 kmol SO_2 and 100 kmol air. Calculate the % excess air is used.

સલ્ફર ટ્રાયોક્સાઇડનાં ઉત્પાદન માટે રીએક્ટરની અંદર ૪૦ kmol SO_2 અને ૧૦૦ kmol હવા દાખલ કરવામાં આવે છે. વપરાતી % એક્સેસ હવાની ગણતરી કરો.

10) The ultimate analysis of a coal sample is given below: Carbon=61%, Hydrogen=4 %, Sulphur=1.4%, Ash=13.2%, Nitrogen= 1.8% and the rest oxygen. Calculate the theoretical oxygen requirement per unit weight of coal.

કોલસાનાં નમૂનાનું અલ્ટીમેટ એનાલિસિસ નીચે પ્રમાણે છે.

કાર્બન = ૬૧ %, હાઇડ્રોજન = ૪ %, સલ્ફર = ૧.૪ %, રાખ = ૧૩.૨ %, નાઇટ્રોજન = ૧.૮ % અને બાકીનો ઓકિસજન છે. કોલસાનાં એકમ વજન દીઠ થિયોરેટિકલ ઓકિસજનની જરૂરિયાત ગણો.

Unit 5 Energy Balance

Answer the following in brief.

1) Explain Latent heat of sublimation?
ઉર્ધ્વપાતન ગુપ્ત ઉષ્મા વિશે સમજાવો.
2) Write the forms of energy related to the system.
પ્રણાલીને આધારે ઉર્જાના સ્વરૂપો લખો.
3) What is Adiabatic Process?
સમોષ્મી પ્રક્રિયા એટલે શું?
4) What is heat of combustion (ΔH_C) ?
દહન ઉષ્મા એટલે શું?
5) What is standard heat of formation ($\Delta H_f°$) ?
પ્રમાણિત સર્જનઉષ્મા એટલે શું?
6) What is heat of reaction (ΔH_R) ?
પ્રક્રિયા ઉષ્મા એટલે શું?
7) What do you mean by heat capacity ?
ઉષ્માક્ષમતા વિશે તમે શું સમજો છો.
8) What do you understand by the term 'sensible heat'?
સેન્સિબલ હીટ વિશે તમે શું સમજો છો.
9) Distinguish between kinetic energy and potential energy.
ગતિઉર્જા અને સ્થિતી ઉર્જા વચ્ચેનો તફાવત લખો.
10) Distinguish between open system and closed system.
ખુલ્લી પ્રણાલી અને બંધ પ્રણાલી વચ્ચેનો તફાવત લખો.
11) What is latent heat of fusion?
ગલન ગુપ્ત ઉષ્મા એટલે શું?
12) What is latent heat of vaporisation?
બાષ્પિભવન ગુપ્ત ઉષ્મા એટલે શું?
13) Give the difference between extensive and intensive property.
માત્રાત્મક ગુણધર્મો અને વિશિષ્ટ ગુણધર્મો વચ્ચેનો તફાવત લખો.
14) Explain the term 'Internal Energy'.
'આંતરિક ઉર્જા' શબ્દ વ્યાખ્યાયિત કરો.
15) Distinguish between System and surroundings.
પ્રણાલી અને પરિસર વચ્ચેનો તફાવત લખો.
16) Write the formulaes for Kinetic energy and potential energy.
ગતિ ઉર્જા અને સ્થિતિઉર્જા માટેનાં સૂત્ર લખો.
17) Explain the term 'Enthalpy' and write the formula for it.

એન્થાલ્પી વ્યાખ્યાયિત કરી તેનું સૂત્ર લખો.

18) Discuss steady state and unsteady state.
સ્ટેડી સ્ટેટ અને અનસ્ટેડી સ્ટેટ વિશે સમજાવો.

19) Explain the term 'Isobaric and Isochoric' process.
સમદાબી પ્રક્રિયા અને સમકદી પ્રક્રિયા વિશે સમજાવો.

20) Write the energy balance equation for the closed system.
બંધ પ્રણાલી માટે ઉર્જા સમતોલનનું સમીકરણ લખો.

Answer the following

1) A stream of nitrogen flowing at a rate of 100 kmol/h is heated from 303 K (30°C) to 373 K (100°C). Calculate the heat that must be transferred.

$C°_P = 29.5909 - 5.141 \times 10^{-3} T + 11.1829 \times 10^{-6} T^2 - 4.968 \times 10^{-9} T^3$.

૧૦૦ kmol/h નાં પ્રવાહથી આવતી નાઈટ્રોજનની સ્ટ્રીમને ૩૦૩ K (30°C) થી 373 K (૧૦૦ °C) તાપમાને ગરમ કરવામાં આવે છે, તો પ્રસરણ પામતી ઉષ્માની ગણતરી કરો.

$C°_P = 29.5909 - 5.141 \times 10^{-3} T + 11.1829 \times 10^{-6} T^2 - 4.968 \times 10^{-9} T^3$.

2) Pure ethylene is heated from 303 K (30°C) to 523 K (250°C) at atmospheric pressure. Calculate the heat added per kmol ethylene using the heat capacity data given below:

$C°_P = 4.1261 + 155.0213 \times 10^{-3} T - 81.5455 \times 10^{-6} T^2 + 16.9755 \times 10^{-9} T^3$.

વાતાવરણીય દબાણે શુદ્ધ ઇથિલિનને 303 K (30°C) તાપમાનથી ૫૨૩ K (૨૫૦ °C) તાપમાન શુધિ ગરમ કરવામાં આવે છે. નીચે આપેલા ઉષ્માક્ષમતાનાં ડેટા પ્રમાણે kmol ઇથિલિન દીઠ ઉમેરવામાં આવતી ઉષ્માની ગણતરી કરો.

$C°_P = 4.1261 + 155.0213 \times 10^{-3} T - 81.5455 \times 10^{-6} T^2 + 16.9755 \times 10^{-9} T^3$.

3) A stream flowing at a rate of 15,000 mol/h containing 25 mole% N_2 and 75 mole% H_2 is to be heated from 298 K (25°C) to 473 K (200°C). Calculate the heat that must be transferred using $C_p°$ data given below:

$C_p° = a + bT + cT^2 + dT^3$, (kJ/kmol.K)

Gas	a	b × 10^3	c × 10^6	d × 10^9
N_2	29.5909	-5.41	13.1829	-4.968
H_2	28.6105	1.0194	-0.1476	0.769

એક સ્ટ્રીમ એ ૧૫૦૦૦ mol/hr ના દરે વહી રહી છે જેમાં 25 mol % N_2 અને ૭૫% mol H_2ના છે જેને 298 K (25°C) થી 473 K (200°C) સુધી ગરમ કરવામાં આવે છે. $C_p°$ની માહિતી વાપરીને ટ્રાન્સફર થતી હીટ શોધો.

$C_p° = a + bT + cT^2 + dT^3$, (kJ/kmol.K)

Gas	a	b × 10^3	c × 10^6	d × 10^9
N_2	29.5909	-5.41	13.1829	-4.968
H_2	28.6105	1.0194	-0.1476	0.769

4) Calculate the heat that must be removed in cooling 32 kg of oxygen from 488 K (215°C) to 313 K (40°C) using $C_p°$ data:

$C_p° = a + bT + cT^2 + dT^3$, (kJ/kmol.K)

Gas	a	b × 10^3	c × 10^6	d × 10^9
0_2	26.0257	11.7551	-2.3426	-0.5623

૩ ૨ kg ઓક્સીજનને જયારે 488 K (215°C) થી 313 K (40°C) સુધી ઠંડુ પાડવામાં આવે ત્યારે તેનામાંથી મુક્ત થતી ઉષ્મા $C_p°$ ની માહિતીથી શોધો.

$C_p° = a + bT + cT^2 + dT^3$, (kJ/kmol.K)

Gas	A	b × 10^3	c × 10^6	d × 10^9
0_2	26.0257	11.7551	-2.3426	-0.5623

5) Calculate the heat needed to raise the temperature of 1 kmol of ammonia from 311 K (38°C) to 422 K (149°C) using the mean molal heat capacity.

Data: $C°_{pm}$ for NH_3 between 311 K and 298 K = 35.8641 kJ/(kmol.K)

$C°_{pm}$ for NH_3 between 422 K and 298 K = 37.7063 kJ/(kmol.K)

૧ kmol એમોનીયાને 311 K (38°C) થી 422 K (149°C) તાપમાન સુધી ગરમ કરવામાં આવે છે, આ વખતે જોઈતી હીટનું પ્રમાણ શોધો તેને માટે મીન મોલલ હીટ ક્ષમતાનો ઉપયોગ કરો.

માહિતી : NH_3 માટે $C°_{pm}$ 311 K અને 298 K તાપમન વચ્ચે = 35.8641 kJ/(kmol.K)

NH_3 માટે $C°_{pm}$ 422 અને 298 K તાપમાન વચ્ચે = 37.7063 kJ/(kmol.K)

6) The gas having the following compostion by volume is at temperature of 773 K (500°C). SO_2 = 7.09%, O_2 = 10.55%, SO_3 = 0.45% and N_2 = 81.91%. Calculate the heat content of 1 kmol gas mixture over 298 K (25°C) using the mean molal heat capacity data given below:

Gas	$C°_{pm}$ between 773 K - 298 K, kJ/(kmol.K)
SO_2	46.8921
O_2	31.4554
SO_3	66.2812
N_2	29.9272

એક ગેસમાં 773 K (500°C) તાપમાને વોલ્યુમના પ્રમાણમા નીચે મુજબ ઘટકો આવેલા છે.

SO_2 = 7.09%, O_2 = 10.55%, SO_3 = 0.45% and N_2 = 81.91%

૧ kmol ગેસના મિશ્રણની 298 K (25°C) તાપમાને રહેલી હીટની ગણતરી કરો અને તેની માટે નીચેની મોલલ હીટ ક્ષમતાનો ઉપયોગ કરો.

Gas	$C°_{pm}$ 773 K - 298 K તાપમાને, kJ/(kmol.K)
SO_2	46.8921
O_2	31.4554
SO_3	66.2812
N_2	29.9272

7) Calculate the heat of formation of gaseous n-heptane at 298.15 K (25°C) using the following data:

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

Heat of combustion of C_7H_{16} (g) at 298.15 K (25°C) = -4853.43 kJ/mol

n-હેપ્ટેનની વાયુ સ્વરૂપમાં સર્જન ઉષ્મા 298.15 K (25°C) તાપમાને નીચેની માહિતી વડે શોધો

માહિતી :

CO_2 (g)ની પ્રમાણિત સર્જન ઉષ્મા = -393.51 kJ/mol

H_2O (*l*) ની પ્રમાણિત સર્જન ઉષ્મા = -285.83 kJ/mol

C_7H_{16} (g)ની દહનની ઉષ્મા 298.15 K (25°C) તાપમાને = -4853.43 kJ/mol

8) Calculate the standard heat of reaction at 298 K (25°C) of the following reaction:

Na_2CO_3 (s) + Fe_2O_3 (s) → $Na_2O.Fe_2O_3$ (s) + CO_2 (g)

Data:

Component	ΔHf°,kJ/mol at 298 K(25°C)
Na_2CO_3 (s)	-1130.68
Fe_2O_3 (s)	-817.3
$Na_2O.Fe_2O_3$ (s)	-1412.2
CO_2 (g)	-393.51

પ્રમાણિત પ્રક્રિયા ઉષ્મા 298 K (25°C) તાપમાને નીચેની પ્રક્રિયાની મદદથી શોધો.

Na_2CO_3 (s) + Fe_2O_3 (s) → $Na_2O.Fe_2O_3$ (s) + CO_2 (g)

માહિતી :

ઘટકો	ΔHf°, kJ/mol 298 K(25°C) તાપમાને
Na_2CO_3 (s)	-1130.68
Fe_2O_3 (s)	-817.3
$Na_2O.Fe_2O_3$ (s)	-1412.2
CO_2 (g)	-393.51

9) Calculate the heat of formation of liquid 1-3 butadiene at 298.15 K (25°C) using the following data:

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

Heat of combustion of C_4H_6 (*l*) at 298.15 K (25°C) = -2520.11 kJ/mol

પ્રવાહી ૧-૩ બ્યુટાડાઇનની સર્જન ઉષ્મા 298.15 K (25°C) તાપમાને નીચેની માહિતી વડે શોધો.

માહિતી :

CO_2 (g)ની પ્રમાણિત સર્જન ઉષ્મા = -393.51 kJ/mol

H_2O (l) ની પ્રમાણિત સર્જન ઉષ્મા = -285.83 kJ/mol

C_4H_6 (l) ની દહન ઉષ્મા 298.15 K (25°C) તાપમાને = -૨૫૨૦.૧૧ kJ/mol

10) 100 kg/h of methanol liquid at a temperature of 303 K (30°C) is obtained by removing heat from saturated methanol vapour. Find out the amount of heat to be removed in this case.

Data: Boiling point of methanol = 337.8 K (64.8°C)

Latent heat of condensation of methanol = 1101.7 kJ/kg

Specific heat of methanol = 2.7235 kJ/(kg.K)

303 K (30°C) તાપમાને સંતૃપ્ત મિથેનોલની વેપરમાંથી હીટ રીમુવ કરતા ૧૦૦ kg/hrનું પ્રવાહી મિથેનોલ મળે છે. રીમુવ થતી ઉષ્માના જથ્થાનું પ્રમાણ શોધો.

માહિતી:

મિથેનોલનું ઉત્કલન બિંદુ =337.8 K (64.8°C)

મીથેનોલની કન્ડેનશેશન ગુપ્ત ગરમી = 1101.7 kJ/kg

મિથેનોલની વિશિષ્ટ ઉષ્મા = 2.7235 kJ/(kg.K)

Unit 6 Combustion

Answer the following

1) The gross heating value (GHV) of gaseous propane at 298 K (25°C) is 2219.71 kJ/mol. Calculate its net heating value (NHV).
   ૨૯૮ K (૨૫ °C) તાપમાને પ્રોપેન વાયુની ગ્રોસ હીટિંગ વેલ્યુ (GHV) ૨૨૧૯.૭૧ kJ/mol છે, તો તેની નેટ હીટિંગ વેલ્યુની ગણતરી કરો.
2) Explain the term 'calorific value of fuel' and 'Gross Calorific Value (GCV)'?
   બળતણની કેલરિફિક વેલ્યુ અને ગ્રોસ કેલરિફિક વેલ્યુ (GCV) સમજાવો.
3) Discuss importance of Theoretical Oxygen.
   થિયોરિટિકલ ઓક્સિજન નુ મહત્વ સમજાવો.
4) The gross calorific value of liquid acetone at 298 K (25°C) is 1791.21kJ/mol. Find its net calorific value using latent heat of water at 298 K (25°C). (Latent heat of water vapour at 298 K (25°C)= 131.90 kJ).
   ૨૯૮ K (૨૫ °C) તાપમાને પ્રવાહી એસિટોનની ગ્રોસ કેલરિફિક વેલ્યુ (GHV) ૧૭૯૧.૨૧ kJ/mol છે. ૨૯૮ K (૨૫ °C) તાપમાને પાણીની ગુપ્ત ઉષ્મા ઉપયોગ કરીને તેની નેટ કેલરિફિક વેલ્યુ શોધો. ૨૯૮ K (૨૫°C) તાપમાને પાણીની વરાળની ગુપ્તઉષ્માં = ૧૩૧.૯૦ kJ
5) Write the chemical reaction for partial combustion of propane and give the importance of combustion reactions.
   પ્રોપેનનાં આંશિક દહન માટેની રાસાયણિક પ્રક્રિયા લખો અને દહન પ્રક્રિયાનું મહત્વ સમજાવો.
6) Discuss the difference between proximate and ultimate analysis.
   પ્રોક્સીમેટ એનાલિસિસ અને અલ્ટીમેટ એનાલિસિસ વચ્ચેનો તફાવત લખો.
7) A sample of fuel oil has C/H ratio 9.33 (by weight) and contains 1.3% sulphur (weight basis). The net calorific value of the fuel oil is 39685 kJ/kg at 298 K (25°C). Calculate its gross calorific value using latent heat of water at 298 K (25°C).
   બળતણ તેલનાં નમૂનામાં C/H ગુણોત્તર ૯.૩૩ (વજનની ટકાવારી) અને ૧.૩% સલ્ફર (વજનને આધારે) છે. ૨૯૮ K (૨૫ °C) તાપમાને બળતણ તેલની નેટ કેલરિફિક વેલ્યુ ૩૯૬૮૫ kJ/kg છે. ૨૯૮ K (૨૫ °C) તાપમાને પાણીની ગુપ્ત ઉષ્મા ઉપયોગ કરીને તેની ગ્રોસ કેલરિફિક વેલ્યુ શોધો.
8) Write the formula for actual air supply and explain in detail.
   એચ્યુઅલ એર સપ્લાય માટેનું સૂત્ર લખો અને સવિસ્તાર સમજાવો.

9) The ultimate analysis of a residual fuel oil (RFO) sample is as given below:
C: 88.4%, H: 9.4% and S: 2.2% (by weight).

It is used as a fuel in a power generating boiler with 25% excess air. Calculate the composition of flue gases.

રેસિડ્યુઅલ ફ્યુલ ઓઇલનાં સેમ્પલનું અલ્ટીમેટ એનાલિસિસ નીચે પ્રમાણે છે.

C: ૮૮.૪ %, H: ૯.૪ % અને S: ૨.૨ % (વજનની ટકાવારી).

પાવર ઉત્પન્ન કરતા બોઇલરમાં ફ્યુલની સાથે ૨૫ % વધારાની હવા ઉપયોગમાં આવે છે તો દહન વાયુઓનાં ઘટકોનું પ્રમાણ શોધો.

10) Calculate the gross and net calorific values [i.e. GCV and NCV] of the natural gas at 298 K (25°C) having the following molar composition:

CH_4 : 89.4%, C_2H_6 : 5%, C_3H_8 : 1.9%, n-C_4H_{10} : 1%, CO_2 : 0.7% and N_2 : 2%

૨૯૮ K (૨૫ °C) તાપમાને નેચરલ વાયુની ગ્રોસ કેલરિફિક વેલ્યુ અને નેટ કેલરિફિક વેલ્યુ શોધો. નેચરલ ગેસનાં મોલર કોમ્પોઝિસન (ઘટકોનું પ્રમાણ મોલને આધારે) નીચે પ્રમાણે છે.

CH_4 : ૮૯.૪ %, C_2H_6 : ૫ %, C_3H_8 : ૧.૯ %, n-C_4H_{10} : ૧ %, CO_2 : ૦.૭ % and N_2 : ૨ %

11) Calculate the net calorific value (NCV) at 298 K (25°C) at a sample of fuel oil having C/H ratio 9.33 (by weight) and containing sulphur to the extent of 1.3% by weight.

બળતણ તેલનાં નમૂનામાં C/H ગુણોત્તર ૯.૩૩ (વજનની ટકાવારી) અને ૧.૩% સલ્ફર (વજનને આધારે) છે. ૨૯૮ K (૨૫ °C) તાપમાને બળતણ તેલની નેટ કેલરિફિક વેલ્યુ શોધો.

12) A natural gas contains 85% methane and 15% ethane by volume. Calculate the GHV of this fuel in kJ/kg from the standard heats of combustion of methane and ethane.

$CH_4 (g) + 2O_2 (g) \rightarrow CO_2 (g) + 2H_2O (g)$, $\Delta H^O_C = -802.62$ kJ/mol

$C_2H_6 (g) + 3.5O_2 (g) \rightarrow 2CO_2 (g) + 3H_2O (g)$, $\Delta H^O_C = -1428.64$ kJ/mol

Latent heat of water vapour at 298 K (25°C)= 2442.5 kJ/kg.

નેચરલ ગેસમાં કદને આધારે ૮૫ % મિથેન અને ૧૫ % ઇથેન છે. મિથેન અને ઇથેનની પ્રમાણિત દહન ઉષ્માનો ઉપયોગ કરીને આ ફ્યુલની GHV ની ગણતરી કરો.

$CH_4 (g) + 2O_2 (g) \rightarrow CO_2 (g) + 2H_2O (g)$, $\Delta H^O_C = -802.62$ kJ/mol

$C_2H_6 (g) + 3.5O_2 (g) \rightarrow 2CO_2 (g) + 3H_2O (g)$, $\Delta H^O_C = -1428.64$ kJ/mol

૨૯૮ K (૨૫ °C) તાપમાને પાણીની વરાળની ગુપ્તઉષ્માં = ૨૪૪૨.૫ kJ/kg.

13) The GHV (gross heating value) of gaseous n-butane is 2877.40 kJ/mol at 298 K (25°C) . Calculate its NHV (net heating value) in kJ/mol. Latent heat of water vapour at 298 K (25°C) = 2442.5 kJ/kg.

૨૯૮ K (૨૫ °C) તાપમાને n- બ્યુટેન વાયુની GHV (ગ્રોસ હીટિંગ વેલ્યુ) ૨૮૭૭.૪૦ kJ/mol છે. તો તેની નેટ હીટિંગ વેલ્યુ (NHV) kJ/mol માં શોધો. ૨૯૮ K (૨૫ °C) તાપમાને પાણીની વરાળની ગુપ્તઉષ્માં = ૨૪૪૨.૫ kJ/kg.

14) The analysis of a refinery gas by volume is:

H_2: 74%, CH_4: 13.5%, C_2H_6: 7.4%, C_3H_8: 3.6%, n-C_4H_{10}: 1.2% and nC_5H_{12}: 0.3%.
Data:

Component	**-ΔH$_c$° (gross), kJ/mol**	**-ΔH$_c$° (net), kJ/mol**
CH_4	890.65	802.62
C_2H_6	1560.69	1428.64
C_3H_8	2219.17	2043.11
n-C_4H_{10}	2877.40	2657.32
nC_5H_{12}	3535.77	3271.67

$\Delta H_f°$ of H_2O (g) = -241.82 kJ/mol at 298 K (25°C)

$\Delta H_f°$ of H_2O (*l*) = -241.82 kJ/mol at 298 K (25°C)

Specific volume at 298 K (25°C) and 101.3 kPa = 24.465 m^3/kmol

Calculate the GCV of the refinery gas in kJ/mol.

રિફાઉનરી વાયુઓનાં ઘટકો ની કદની ટકાવારી ને આધારે વિશ્લેષણ નીચે પ્રમાણે છે.

H_2: ૭૪ %, CH_4: ૧૩.૫ %, C_2H_6: ૭.૪ %, C_3H_8: ૩.૬ %, n-C_4H_{10}: ૧.૨ % and nC_5H_{12}: ૦.૩ %.
ડેટા:

ઘટકો	**-ΔH$_c$° (gross), kJ/mol**	**-ΔH$_c$° (net), kJ/mol**
CH_4	890.65	802.62
C_2H_6	1560.69	1428.64
C_3H_8	2219.17	2043.11
n-C_4H_{10}	2877.40	2657.32
nC_5H_{12}	3535.77	3271.67

H_2O (g) ની $\Delta H_f°$ = -241.82 kJ/mol at 298 K (25°C)

H_2O (*l*) ની $\Delta H_f°$ = -241.82 kJ/mol at 298 K (25°C)

૨૯૮ K (૨૫ °C) તાપમાને અને ૧૦૧.૩ kPa દબાણે વિશિષ્ટ કદ = ૨૪.૪૬૫ m^3/kmol

રિફાઇનરી ગેસની GCV ની ગણતરી kJ/mol માં ગણો .

15) The ultimate analysis of a residual fuel oil (RFO) sample is as given below:
C: 88.4%, H: 9.4% and S: 2.2% (by weight).

It is used as a fuel in a power generating boiler with 25% excess air. Calculate the theoretical air requirement.

રેસિડ્યુઅલ ફ્યુલ ઓઇલનાં સેમ્પલનું અલ્ટીમેટ એનાલિસિસ નીચે પ્રમાણે છે.

C: ૮૮.૪ %, H: ૯.૪ % અને S: ૨.૨ % (વજનની ટકાવારી).

જો પાવર ઉત્પન્ન કરતા બોઇલરમાં ફ્યુલની સાથે ૨૫ % વધારાની હવા ઉપયોગમાં આવે તો થિયોરિટિકલ હવાની કેટલી જરૂરિયાત પડશે?