Roll No:-_____

Sem-III Diploma Exam 2023 (Odd)

[Time: 3 Hours] **(Chemical Engineering) (Theory)** **[Max. Marks: 70]**

Chemical Process Calculations (2014302)

- All questions are compulsory. (सभी प्रश्न अनिवार्य है |)
- Marks are mentioned on the right side of each question. (अंक सभी प्रश्न के दाई ओर अंकित किये है|)\

Group (A) (ग्रुप -ए)

Q.1 Choose the most suitable answer from the following options. **(1*20=20)**
(सर्वाधिक उपर्युक्त विकल्प को चुनकर लिखें |) :-

i. 1 bar is almost equals to……. atm.
(1 बार लगभग …… ए.टी.एम के बराबर होता है।)
(a) 1 (b) 10 (c) 100 (d) 1000

ii. For a given mass of a gas at constant temperature if the volume 'V' becomes three times, then the pressure 'P' will become
(स्थिर तापमान पर किसी गैस के दिए गए द्रव्यमान के लिए यदि आयतन 'V' तीन गुना हो जाए, तो दबाव 'P' हो जाएगा)
(a) P/3 (b) 3P (c) 9 P^2 (d) 9 P

iii. Heat of …. of a fuel is called its calorific value.
(किसी ईंधन की ऊष्मा की ---- को उसका ऊष्मीय मान कहा जाता है।)
(a) Formation (गठन) (b) Combustion (ज्वलन) (c) Reaction (प्रतिक्रिया) (d) Vaporization (वाष्पीकरण)

iv. One Newton is equal to _____ dynes.
(एक न्यूटन _____ डायन के बराबर होता है।)
(a) 10^2 (b) 10^3 (c) 10^4 (d) 10^5

v. Weight of 56 liters of ammonia at N.T.P is…….gm.
(N.T.P पर 56 लीटर अमोनिया का वजन ……..ग्राम है।)
(a) 2.5 (b) 42.5 (c) 56 (d) 39.6

vi. C_p is expressed in S.I unit as
(Cp को S.I इकाई में इस प्रकार व्यक्त किया जाता है)
(a) J/kg^0K (b) ^oK (c) $W/m^2\,^0C$ (d) $W/m^2\,^0K$

vii. Dry air is mixture of :→
(शुष्क हवा का मिश्रण है)
(a) Vapour (भाप) (b) Gases (गैसों) (c) Both (a) & (b) (दोनों (ए) और (बी)) (d) None of these (इनमें से कोई नहीं)

viii. The value of ($C_p - C_v$) = for a real gas obeying Vander Wall's equation is
(वेंडर वॉल के समीकरण का पालन करने वाली वास्तविक गैस के लिए ($C_p - C_v$) = का मान है)
(a) R (b) >R (c) <R (d) 0.5R

ix. ……kg of $CaCO_3$ on heating will give 56 kg of CaO.
(……किलो $CaCO_3$ गर्म करने पर 56 किलोग्राम CaO देगा।)
(a) 56 (b) 100 (c) 144 (d) 1000

x. For an endothermic reaction, the minimum value of energy of activation will be:→
(एक एंडोथर्मिक प्रतिक्रिया के लिए, सक्रियण की ऊर्जा का न्यूनतम मूल्य होगा:)
(a) ΔH (b) $> \Delta H$ (c) $< \Delta H$ (d) 0

xi. One micron is equal to:→
(एक माइक्रोन बराबर है:)
(a) 10^{-4} mm (b) 10^{-4}cm (c) 10^{-6}m (d) Both (b) & (c) (दोनों (बी) और (सी))

xii. Pure oxygen is mixed with air to produce on enriched air containing 50 % volume of oxygen. The ratio of moles of air to oxygen used is:
(50 %मात्रा ऑक्सीजन युक्त समृद्ध हवा का उत्पादन करने के लिए शुद्ध ऑक्सीजन को हवा के साथ मिलाया जाता है। उपयोग की गई हवा और ऑक्सीजन के मोल का अनुपात है:)
(a) 1.72 (b) 0.58 (c) 0.5 (d) 0.2

xiii. If the density of a liquid fuel is 0.9 kg/m^3, then its specific gravity is:
(यदि किसी तरल ईंधन का घनत्व 0.9 kg/m3 है, तो इसका विशिष्ट गुरुत्व है:)
(a) 0.09 (b) 0.9 (c) 0.45 (d) 1.45

xiv. 1000 kg of a solution containing 50% by weight of a salt dissolved in it is cooled. 400 kg of an anhydrous salt is separated out. The solubility of the salt at lower temperature is ……. Kg per 100 kg of water.
(1000 किलोग्राम घोल जिसमें वजन के हिसाब से 50% नमक घुला हुआ है, को ठंडा किया जाता है। 400 किलोग्राम निर्जल नमक अलग किया जाता है। कम तापमान पर नमक की घुलनशीलता …… प्रति 100 किग्रा पानी में किग्रा. होती है।)
(a) 80 (b) 50 (c) 40 (d) 20

xv. 1000kg of a wet solid are to be dried from 60% to 20% moisture (by weight). The mass of moisture removed in kg is:
(1000 किलोग्राम गीले ठोस को 60% से 20% नमी (वजन के अनुसार) पर सुखाया जाना है। निकाली गई नमी का द्रव्यमान किलोग्राम में है:)
(a) 520 (b) 200 (c) 400 (d) 500

xvi. An aqueous solution of 2.45% by weight H_2SO_4 has a specific gravity of 1.011. the composition expressed in normality is
(वजन के हिसाब से 2.45% H_2SO_4 के जलीय घोल का विशिष्ट गुरुत्व 1.011 है, सामान्यता में व्यक्त रचना है)
(a) 0.2500 (b) 0.2528 (c) 0.5000 (d) 0.5055

xvii. "The total volume occupied by a gases mixture is equal to sum of its pure component volumes". This is the …… law.
("गैसों के मिश्रण द्वारा ग्रहण किया गया कुल आयतन उसके शुद्ध घटक आयतनों के योग के बराबर होता है"। यह ..... कानून है।)
(a) Dalton's (डाल्टन का) (c) Gay Lussac's (गे लुसाक का)
(b) Amgat's (अमगेट का) (d) Avogadro's (अवोगाद्रो का)

xviii. Number of gram equivalent of solute dissolved in one liter of solution is called its.
(एक लीटर घोल में घुले विलेय के ग्राम के बराबर की संख्या कहलाती है।)

(a) Normality (नोर्मालिटी) (b) Molarity (मोलारिटी) (c) Molality (मोलालिटी) (d) Formality (फॉर्मेलिटी)

xix. Which of the following is not a unit of pressure?
(निम्नलिखित में से कौन दबाव की इकाई नहीं है?)

(a) Par sec (पारसेक) (b) Kilo-Pascal (किलो-पास्कल) (c) Bar (छड़) (d) Newton/m^2 (न्यूटन/m^2)

xx. Avogadro number is the number of molecules in one ….. of a gas.
(अवोगाद्रो संख्या गैस में एक …….. अणुओं की संख्या है।)

(a) Gram (ग्राम) (b) Kilogram (किलोग्राम) (c) gm.mole (ग्राम.मोल) (d) liter (लीटर)

Group (B) (ग्रुप -बी)

Q.2 A mixture of nitrogen and carbon dioxide at 298 k and 101.325 kPa has an average molecular weight of 31. What is the partial pressure of nitrogen? **4**
(298 k और 101.325 kPa पर नाइट्रोजन और कार्बन डाइऑक्साइड के मिश्रण का औसत आणविक भार 31 है। नाइट्रोजन का आंशिक दबाव क्या है?)

OR (अथवा)

Differentiate between Distillation & Absorption process? **4**
(आसवन और अवशोषण प्रक्रिया के बीच अंतर बताएं?)

Q.3 Calculate the density of air containing 21% O_2, 79% N_2 by volume at 503 K & 1519.875 kPa. **4**
(503 K और 1519.875 kPa पर आयतन के अनुसार 21% O_2, 79% N_2 युक्त हवा के घनत्व की गणना करें।)

OR (अथवा)

Write down the steps for solving the material balance problem? **4**
(भौतिक संतुलन समस्या को हल करने के चरण लिखिए?)

Q.4 Write down the units of heats. Differentiate between sensible & latent heat? **4**
(ऊष्मा की इकाइयाँ लिखिए। संवेदी और गुप्त ऊष्मा के बीच अंतर बताएं?)

OR (अथवा)

Explain in brief Hess's law. **4**
(हेस के नियम को संक्षेप में समझाइये।)

Q.5 Differentiate between Dryer & Evaporation process? **4**
(ड्रायर और वाष्पीकरण प्रक्रिया के बीच अंतर बताएं?)

OR (अथवा)

State Boyle's law, Charle's law, Avogadro's law & Ideal gas law with their mathematical expression. **4**
(बॉयल का नियम, चार्ल्स का नियम, एवोगैड्रो का नियम और आदर्श गैस नियम को उनकी गणितीय अभिव्यक्ति के साथ बताएं।)

Q.6 Find the value of universal gas constant in four different units? **4**
(चार अलग-अलग इकाइयों में सार्वभौमिक गैस स्थिरांक का मान ज्ञात करें?)

OR (अथवा)

Define van der Waal's equation for real gases. Also derive the expression for finding & van der Waal's constant "a" & "b" in terms of T_c, P_c & V_c. **4**
(वास्तविक गैसों के लिए वैन डेर वाल समीकरण को परिभाषित करें। T_c, P_c और V_c के संदर्भ में वान डेर वाल के स्थिरांक "a" और "b" को खोजने के लिए अभिव्यक्ति भी प्राप्त करें।)

Group (C) (ग्रुप - सी)

Q.7 Estimate the density of chlorine gas at a temperature of 503 K & 15.2 MPa pressure by using :→ Ideal gas law (b) the Van der Waal's equation. **6**
Take a = 0.6354 $(m^3)^2$ MPa/$kmol^2$; b = 0.0543 m^3/kmol.
(503 K तापमान और 15.2 MPa दबाव पर क्लोरीन गैस के घनत्व का अनुमान लगाएं:
(ए) आदर्श गैस कानून (बी) वैन डेर वाल समीकरण।
लें; a = 0.6354 $(m^3)^2$ MPa/$kmol^2$; b = 0.0543 m^3/kmol.)

OR (अथवा)

Find the specific volume of superheated steam at 100 bars & 350^0C assuming the ideal gas behavior & real gas behavior separately. **6**
Assuming the critical parameters for water are 218.3 atm & 374.15^0C.
(आदर्श गैस व्यवहार और वास्तविक गैस व्यवहार को अलग-अलग मानते हुए 100 बार और 350^0C पर अत्यधिक गर्म भाप की विशिष्ट मात्रा ज्ञात करें।
यह मानते हुए कि पानी के लिए महत्वपूर्ण पैरामीटर 218.3 एटीएम और 374.15^0C हैं।)

Q.8 In the manufacture of carbon disulphide, natural gas is reacted with sulphur vapours as per the following reaction in a catalytic reactor. **6**
$CH_4 + 2S_2$ (g) → CS_2 (g) + $2H_2S$ (g)
In a pilot plant run, natural gas containing 60 mole % CH_4 & 40 mole % N_2 reacting with sulphur vapours (S_2) results in 80% conversion of sulphur when 2 mole of natural gas are fed per mole of S_2(g).
Calculate :→
The excess reactant & the % excess of the reactant
The amount of CS_2 in kg produced per kmol S_2(g)
The analysis of the hot gas mixture on mole basis leaving the catalytic reactor.

(कार्बन डाइसल्फ़ाइड के निर्माण में, उत्प्रेरक रिएक्टर में निम्नलिखित प्रतिक्रिया के अनुसार प्राकृतिक गैस को सल्फर वाष्प के साथ प्रतिक्रिया की जाती है।

$CH_4 + 2S_2$ (g) → CS_2 (g) + $2H_2S$ (g)

एक पायलट प्लांट में, 60 मोल % CH4 और 40 मोल % N2 युक्त प्राकृतिक गैस, सल्फर वाष्प (S2) के साथ प्रतिक्रिया करने पर 80% सल्फर में परिवर्तित हो जाती है, जब 2 मोल प्राकृतिक गैस को S2(g) के प्रति मोल खिलाया जाता है। गणना करें :

अतिरिक्त अभिकारक और अभिकारक का % आधिक्य प्रति किमीोल S_2(g) उत्पादित किलोग्राम में CS_2 की मात्रा उत्प्रेरक रिएक्टर

से निकलने वाले गर्म गैस मिश्रण का मोल आधार पर विश्लेषण।)

OR (अथवा)

A sample of petrol contains 15% H_2 & 85% C by weight. Calculate the amount of air required for the complete combustion of 1 kg of petrol. Find the composition of the dry products on volume basis if 15% excess air is supplied. **6**

(पेट्रोल के एक नमूने में वजन के अनुसार 15% H_2 और 85% C होता है। 1 किलो पेट्रोल के पूर्ण दहन के लिए आवश्यक वायु की मात्रा की गणना करें। यदि 15% अतिरिक्त हवा की आपूर्ति की जाती है तो मात्रा के आधार पर सूखे उत्पादों की संरचना ज्ञात करें।)

Q.9 Pure sulphur is burnt in a sulphur burner using dry air. Oxygen is used 20% excess above that required for the complete combustion of sulphur to SO_3. The burner efficiency is such that only 30% of the sulphur burns to SO_3 & the reminder burns to $S0_2$. Calculate: **6**

The analysis of the resulting mixture in mole % &

The weight of the gas produced per kg of sulphur burnt.

(शुद्ध सल्फर को शुष्क हवा का उपयोग करके सल्फर बर्नर में जलाया जाता है। सल्फर के SO_3 में पूर्ण दहन के लिए आवश्यक ऑक्सीजन से 20% अधिक ऑक्सीजन का उपयोग किया जाता है। बर्नर की दक्षता ऐसी है कि केवल 30% सल्फर SO_3 तक जलता है और रिमाइंडर $S0_2$ तक जलता है। गणना करें:

परिणामी मिश्रण का मोल % में विश्लेषण और जलने पर प्रति किलोग्राम सल्फर से उत्पन्न गैस का भार।)

OR (अथवा)

A producer gas with the following composition by volume CO-28%, CO2 - 5.4%, O_2 - 0.6% and N_2 - 66% is burnt with 30% excess air. If the combustion is 95% complete, calculate the composition of the flue gas by volume. **6**

(आयतन के अनुसार निम्नलिखित संरचना वाली एक उत्पादक गैस CO-28%, CO_2- 5.4%, O_2-0.6% और N_2-66% जल गया है 30% अतिरिक्त हवा. यदि दहन 95% पूर्ण है, मात्रा के आधार पर फ्लू गैस की संरचना की गणना करें।)

Q.10 1000 kg/h of solution containing 20% methanol is continuously fed to a distillation column. Distillate is found to contain 98% methanol and waste solution from the column carries 1% methanol. All % are by weight. Calculate the mass flow rate of distillate & bottom product and the % loss of methyl alcohol. **6**

(20% मेथनॉल युक्त 1000 किग्रा/घंटा घोल को लगातार एक आसवन कॉलम में डाला जाता है। डिस्टिलेट में 98% मेथनॉल पाया जाता है और कॉलम से अपशिष्ट समाधान में 1% मेथनॉल होता है। सभी % वजन के अनुसार हैं। डिस्टलेट और बॉटम प्रोडक्ट के मास फ्लो रेट को ज्ञात करें और साथ ही साथ अल्कोहल के प्रतिशत नुकसान को बताएं |)

OR (अथवा)

5000 kg of mixture of benzene & toluene containing 50 moles % benzene is distilled to get an overhead product containing 95 mole % benzene & a residue containing 90 mole % toluene. Calculate the weight of benzene & toluene in the feed, distillate & residue. **6**
(50 मोल% बेंजीन युक्त बेंजीन और टोल्यूनि के 5000 किलोग्राम मिश्रण को एक ओवरहेड उत्पाद प्राप्त करने के लिए आसुत किया जाता है जिसमें 95 मोल% बेंजीन और 90 मोल% टोल्यूनि युक्त अवशेष होता है। फ़ीड, डिस्टिलेट और अवशेष में बेंजीन और टोल्यूनि के वजन की गणना करें।)

Q.11 Calculate the molar volumes of saturated liquid and saturated vapour of n-octane at 427.85 K. The saturation pressure of n-octane at 427.85 K is 0.215 MPa. Assume that n-octane follows the van der Waals equation of state. **6**
Data: The van der Waals constants a & b are 3.789 $Pa.m^6/mole^2$ and $2.37x10^{-4}$ m^3/mol, respectively.
(427.85 K पर संतृप्त तरल और n-ऑक्टेन के संतृप्त वाष्प की दाढ़ मात्रा की गणना करें। 427.85 K पर n-ऑक्टेन का संतृप्ति दबाव 0.215 MPa है। मान लें कि एन-ऑक्टेन वैन डेर वाल्स समीकरण का अनुसरण करता है। डेटा: वैन डेर वाल्स स्थिरांक a और b क्रमशः 3.789 Pa.m6/mole2 और 2.37x10-4 m3/mol हैं।)

OR (अथवा)

A mixture of N_2 & CO_2 gas weighted 62 kg, occupied a volume of $40m^3$ in a container at 298 K has an average molecular weight 31. What is the partial pressure of N_2 & CO_2 in the gas mixture? Also calculate the volume occupied by each gases? **6**
(298 K पर एक कंटेनर में $40m^3$ के आयतन वाले 62 किलोग्राम भार वाले N2 और CO2 गैस के मिश्रण का औसत आणविक भार 31 है। गैस मिश्रण में N2 और CO2 का आंशिक दबाव क्या है? प्रत्येक गैस द्वारा व्याप्त आयतन की भी गणना करें?)

____*****____