



Total No. of Printed Pages - 6

पत्र - I / PAPER - I

GAN4-CG

1CG00009

रासायनिक अभियंत्रण

CHEMICAL ENGINEERING

पूर्णांक : 200

Full Marks : 200

समय : 3 घण्टे

Time : 3 Hours

निर्देश:

1. प्रश्न-पत्र दो खण्डों में विभक्त है। परीक्षार्थी को खण्ड - अ से चार अनिवार्य और खण्ड - ब से चार विषयनिष्ठ वैकल्पिक प्रश्नों का उत्तर देना है। खण्ड - अ के अनिवार्य प्रश्न में 4 विषयनिष्ठ प्रश्न हैं जिसमें प्रत्येक विषयनिष्ठ प्रश्न के 10 अंक हैं। इसके अतिरिक्त खण्ड - ब के 7 विषयनिष्ठ वैकल्पिक प्रश्नों में से किन्हीं 4 विषयनिष्ठ प्रश्न का उत्तर दें जिनमें प्रत्येक प्रश्न के 40 अंक हैं। वैकल्पिक प्रश्नों का उत्तर वर्णनात्मक रूप से लिखें।
2. उत्तर पुस्तिका में प्रत्येक खण्ड व प्रश्न के लिये पेज निर्धारित हैं। अभ्यर्थियों को यह निर्देश दिया जाता है कि प्रश्नों के उत्तर निर्धारित पेज पर ही लिखना सुनिश्चित करेंगे। यदि अभ्यर्थी प्रश्नों के उत्तर निर्धारित पेज पर नहीं लिखते हैं तो उक्त परिस्थिति में उस प्रश्न के उत्तर की जाँच नहीं की जायगी एवं इसकी समस्त जिम्मेवारी स्वयं अभ्यर्थी की होगी।

INSTRUCTION :

1. The question paper is divided into two sections. The candidates will be required to answer **Four** compulsory **subjective** questions from **Section - A** and **four** optional **subjective** questions from **Section - B**. There shall be compulsory **Four** **subjective** type questions, each of **10 marks**. In addition, there shall be 7 optional **subjective** questions in **Section - B**, of which candidates will be required to answer only **4 subjective** questions, each of **40 marks**. The optional questions shall be answered in the descriptive form.
2. The pages are reserved for each section and their respective questions in the answer booklet. The candidates are instructed to write the answers of the questions reserved for that question only. If the candidates do not write the answer of the question on the reserved page, then the answer of that particular question will not be evaluated and the entire responsibility for non-evaluation of that answer will be of the candidates only.





खण्ड - अ / Section - A

1. एक प्रक्रिया में तापमान प्रवणता (temperature gradient) के कारण ऊष्मा किसी प्रदार्थ के माध्यम से बिना प्रदार्थ के किसी दृश्य गति के प्रवाहित होती है, वह कौन-सी प्रक्रिया है? उस प्रक्रिया के तंत्र की व्याख्या कीजिए। [10]

A process in which heat flows through a substance due to temperature gradient without any observable motion of matter, what is process and explain its mechanism.

2. a) आसवन (डिस्टिलेशन) प्रक्रिया में रीबॉयलर से निकाले गए द्रव्य की क्या भूमिका होती है? [5]
What is role of liquid withdrawn from the reboiler in distillation process.
b) लीचिंग प्रक्रिया में निरंतर ठोस-बाऊल हेलिकल कन्वेयर सेंट्रीफ्यूज का क्या उद्देश्य होता है? [5]
What is the purpose of continuous solid bowl helical conveyor centrifuge in leaching process?

3. a) निम्नलिखित को परिभाषित कीजिए। [6]

- i) फिक का नियम
ii) बॉन्ड का नियम
iii) श्यानता का न्यूटन का नियम

Define the following terms :

- i) Rittingers law
ii) Bond's law
iii) Newton's law of viscosity

- b) प्रेशर वेसल के डिजाइन में लागत संबंधी विचार क्यों आवश्यकता है? [4]
Why cost consideration is required in pressure vessel design?

4. a) संदर्भ फ्रेम (Frame of reference) के आधार पर डायलाइजिंग क्या है? तथा इसके अंक को स्पष्ट कीजिए। [5]

What is dialysis on factor flux of solute is dependent?

- b) कंट्रोलर ट्यूनिंग में लैम्ब्डा विधि (Lambda Method) क्या है? संक्षेप में समझाइए। [5]
What is Lambda method used in controller tuning, Explain in brief.



**खण्ड - ब / Section - B****[4 x 40 = 160]**

1. a) एक नल से वायुमंडलीय दबाव 250 kN/m^2 के दबाव पर पानी बहता है। यदि घर्षण प्रभावी की उपेक्षा की जाए तो जेट का वेग क्या है? **[30]**

Water flow from at a pressure of 250 kN/m^2 above atmospheric. What is the velocity of the jet if frictional effects are neglected?

- b) अल्ट्राफिल्टरेशन क्या होता है? आरेख सहित व्याख्या कीजिए। **[10]**

What is Ultrafiltration? Explain with sketch.

2. 100°C पर एक तेल का उपयोग शेल-एंड-ट्यूब हीट एक्सचेंजर में हवा को गर्म करने के लिए किया जाता है। तेल छह ट्यूबों में से गुजरता है और हवा एक शेल से गुजरती है; $2.0 \text{ किग्रा/सेकेंड}$ को 20 से 80°C तक गर्म किया जाना है। तेल की विशिष्ट ऊष्मा $2100 \text{ J/किग्रा.}^\circ\text{C}$ है, और इसकी प्रवाह दर $3.0 \text{ किग्रा/सेकेंड}$ है। हीट एक्सचेंजर के लिए आवश्यक क्षेत्रफल की गणना करें। $U = 200 \text{ W/m}^2.^\circ\text{C}$. **[40]**

$$\text{दिया गया } N = -(1+C^2)^{-1/2} \times t_n \left[\frac{\frac{2}{E-1} - C - (1+C^2)^{1/2}}{\frac{2}{E-1} - C + (1+C^2)^{1/2}} \right]$$

यहाँ

$N = \text{NTU}$

$E = \text{Effectiveness}$

$C = \text{Capacity Rate}$

Hot oil at 100°C is used to heat air in a shell-and-tube heat exchanger. The oil makes six tube passes and the air makes one shell pass; 2.0 kg/s of air are to be heated from 20 to 80°C . The specific heat of the oil is $2100 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$, and its flow rate is 3.0 kg/s . Calculate the area required for the heat exchanger for $U = 200 \text{ W/m}^2.^\circ\text{C}$.

$$\text{Given } N = -(1+C^2)^{-1/2} \times t_n \left[\frac{\frac{2}{E-1} - C - (1+C^2)^{1/2}}{\frac{2}{E-1} - C + (1+C^2)^{1/2}} \right]$$

Where :

$N = \text{NTU}$

$E = \text{Effectiveness}$

$C = \text{Capacity Rate}$



1CG00009



3. अमोनिया गैस 1 मिमी मोटी स्थिर हवा की पतर के माध्यम से एक स्थिर दर से फैल रही है। स्थितियाँ ऐसी है कि गैस में स्थिर परत कि एक सीमा पर मात्रा के हिसाब से 50 प्रतिशत अमोनिया होता है। दूसरी सीमा तक फैलने वाला अमोनिया शीघ्रता से अवशोषित हो जाता है और उस तल पर सांद्रता नगण्य होती है। तापमान 290 K और दबाव वायुमंडलीय है, और इन परिस्थितियों में हवा में अमोनिया की विसरणशीलता $1.8 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ है। परत के माध्यम से अमोनिया के प्रसार की दर का अनुमान लगाए। [40]

Ammonia gas is diffusing at a constant rate through a layer of stagnant air 1 mm thick. Conditions are such that the gas contains 50 percent by volume ammonia at one boundary of the stagnant layer. The ammonia diffusing to the other boundary is quickly absorbed and the concentration is negligible at that plane the temperature is 290 K and the pressure atmospheric and under these conditions the diffusivity of ammonia in air is $1.8 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Estimate the rate of diffusion of ammonia through the layer.

4. a) यदि 1 मीटर व्यास वाले क्रशिंग रोल इस प्रकार सेट किए जाएँ कि क्रशिंग सतहें 12.5 मिमी दूर हो और निप कोण 31° हो, तो रोल में डाले जाने वाले कणों का अधिकतम आकार क्या होगा?

यदि मशीन की वास्तविक क्षमता सैद्धांतिक क्षमता का 12 प्रतिशत है, तो 2.0 हर्ट्ज पर चलने पर थ्रूपुट की गणना किग्रा/सेकंड में करें। यदि रोल का कार्यशील पृष्ठ 0.4 मीटर लंबा और फीड का स्थूल घनत्व 2500 किग्रा/ m^3 । [20]

$$\text{दिया गया } \cos \alpha = \frac{(r_1 + b)}{(r_2 + r_1)}$$

कहाँ

α = Half angle of nip

r_1 = Radius of crushing rolls

r_2 = Radius of particle in feed

b = क्रशिंग रोल के बीच आधी दूरी

In crushing rolls, 1 m in diameter, are set so that the crushing surface are 12.5 mm apart and the angle of nip is 31° , what is the maximum size of particle which should be fed to the rolls?

If the actual capacity of the machine is 12% of the theoretical, calculate the throughput in kg/s when running at 2.0 Hz if the working face of the rolls is 0.4 m long and the bulk density of the feed is 2500 kg/ m^3 .

$$\text{Given : } \cos \alpha = \frac{(r_1 + b)}{(r_2 + r_1)}$$





where as :

α = Half angle of nib

r_1 = Radius of crushing rolls

r_2 = Radius of particle in feed

b = Half distance between crushing rolls

- b) Pressure vessel के closure के चयन के लिए डिजाइन मानदंड क्या होते हैं? डिजाइन समीकरण से विस्तृत व्याख्या प्रस्तुत करें। [20]

What design criteria for selection of closure for pressure vessel, explain with design equation.

5. डायफिल्ट्रेशन में न्यूनतम प्रक्रिया समय के लिए इष्टतम एकाग्रता के लिए अभिव्यक्ति प्राप्त करें। [40]

प्रारंभिक मात्रा V_o में प्रोटीन सामग्री S का एक समाधान।

- a) यदि जेल-ध्रुवीकरण मॉडल लागू होता है।
b) यदि आसमाटिक दबाव मॉडल लागू होता है।

यह माना जा सकता है कि डायफिल्ट्रेशन की सीमा निम्न द्वारा दी गई है।

$$V_d = \frac{\text{Volume of liquid permeated}}{\text{Initial volume of feed}} = \frac{V_p}{V_o}$$

Obtain expression for the optimum concentration for minimum process time in the diafiltration of a solution of protein content S in an initial volume V_o .

- a) if the gel-polarisation model applies.
b) if the osmotic pressure model applies.

It may be assumed that the extent of diafiltration is given by

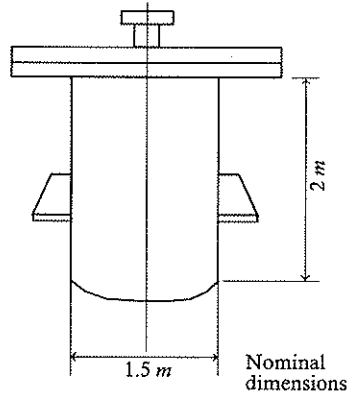
$$V_d = \frac{\text{Volume of liquid permeated}}{\text{Initial volume of feed}} = \frac{V_p}{V_o}$$





6. a) चित्र में दिखाए गए बर्तन के घटक भागों के लिए आवश्यक मोटाई का अनुमान लगाएँ। बर्तन को 14 बार (निरपेक्ष) दाब और 300 डिग्री सेल्सियस तापमान पर संचालित किया जाना है। निर्माण सामग्री सादा कार्बन स्टील होगी। वेल्ड्स का पूर्ण रेडियोग्राफ किया जाएगा। 2 मिमी का संक्षारण भत्ता इस्तेमाल किया जाना चाहिए। [20]

Estimate the thickness required for the component parts of the vessel shown in the diagram. The vessel is to operate at a pressure of 14 bar (Absolute) and temperature of 300 °C. The material of construction will be plain carbon steel. Welds will be fully radiographed. A corrosion allowance of 2 mm should be used.



- b) Multiple input - Multiple output सिस्टम के लिए उन्नत नियंत्रण रणनीतियों का संक्षिप्त वर्णन कीजिए। [20]
- Explain in brief about advanced control strategies for Multiple input - Multiple output system.
7. ट्रांसफर फंक्शन के लिए अभिव्यक्ति प्राप्त करें; थर्मामीटर रीडिंग (आउटपुट) की आसपास के तापमान (इनपुट) से संबंधित करें। उपयुक्त धारणाएँ भी लिखें। [40]

Derive the expression for transfer function, relating the thermometer reading (Output) to the surrounding temperature (Input). Also, write the suitable assumptions.

