

Total No. of Questions : 8]

[Total No. of Printed Pages : 8

Roll No

CM-503(A)-CBGS

B.Tech., V Semester

Examination, June 2020

Choice Based Grading System (CBGS) Computation Methods in Chemical Engineering

Time : Three Hours

Maximum Marks : 70

Note: i) Attempt any five questions.

किन्हीं पाँच प्रश्नों को हल कीजिए।

ii) All question carries equal marks.

सभी प्रश्नों के समान अंक हैं।

iii) Draw neat sketch and assume suitable data wherever you required.

स्वच्छ चित्र बनाइए और जहाँ आवश्यक हो वहाँ उपयुक्त डाटा मान लीजिए।

iv) In case of any doubt or dispute the English version question should be treated as final.

किसी भी प्रकार के संदेह अथवा विवाद की स्थिति में अंग्रेजी भाषा के प्रश्न को अंतिम माना जायेगा।

1. a) Compare and contrast among Trapezoidal, Simpson's $1/3^{\text{rd}}$ rule and Simpson's $3/8^{\text{th}}$ rule.

ट्रैपेज़ॉइड, सिम्पसन के $1/3$ नियम और सिम्पसन के $3/8$ वें नियम के बीच और इसके विपरीत तुलना करें।

b) Using Simpson's $1/3$ rule, calculate the total amounts of Carbon Dioxide produced and Oxygen consumed during this 10-h period of fermentation

Table : Fermentation data

CM-503(A)-CBGS

PTO

[2]

सिम्पसन के 1/3 नियम का उपयोग करके, किण्वन के 10 घंटे अवधि के दौरान उत्पादित कार्बन डाइऑक्साइड की कुल मात्रा और ऑक्सीजन की खपत की गणना करें।

तालिका : किण्वन डेटा

Time of fermentation (h)	Carbon dioxide evolution rate (g/h)	Oxygen uptake rate (g/h)
140	15.72	15.49
141	15.53	16.16
142	15.19	15.35
143	16.56	15.13
144	16.21	14.20
145	17.39	14.23
146	17.36	14.29
147	17.42	12.74
148	17.60	14.74
149	17.75	13.68
150	18.95	14.51

2. a) Write the properties of Mean and Variance.
माध्य और भिन्न के गुणों को लिखें।
- b) Write the difference between the properties of variance and standard deviation.
भिन्नता और मानक विचलन के गुणों के बीच अंतर लिखिए।
3. a) Discuss what do you mean by Numerical integration?
चर्चा करें कि संख्यात्मक एकीकरण से आपका क्या मतलब है?

[3]

b) Integrate the following differential equations :

$$\frac{dC_A}{dt} = -4C_A - C_B \quad C_A(0) = 100.0$$

$$\frac{dC_B}{dt} = 4C_A - 4C_B \quad C_B(0) = 0.0$$

For the time period $0 \leq t \leq 5$ using the fourth-order Runge-Kutta method.

निम्नलिखित अंतर समीकरणों को एकीकृत करें :

$$\frac{dC_A}{dt} = -4C_A - C_B \quad C_A(0) = 100.0$$

$$\frac{dC_B}{dt} = 4C_A - 4C_B \quad C_B(0) = 0.0$$

चौथे-क्रम रंगे-कुट्टा विधि का उपयोग करके $0 \leq t \leq 5$ समय अवधि के लिए।

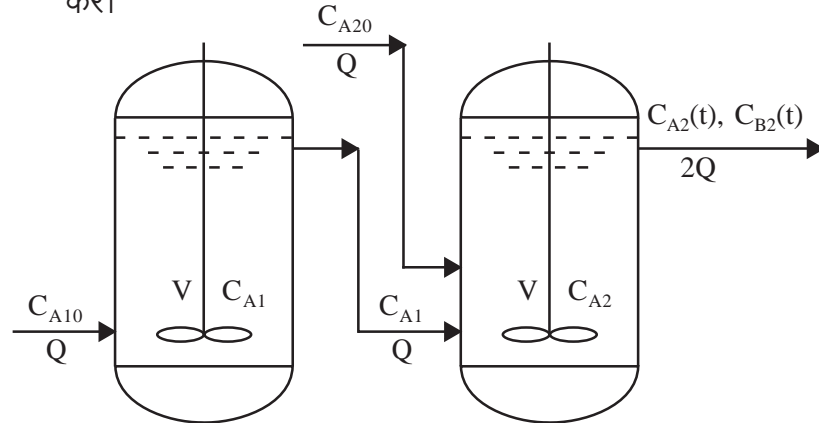
4. a) What are the three major components to the problem formulation process?

समस्या निर्माण प्रक्रिया के तीन प्रमुख घटक क्या हैं ?

b) The first-order homogeneous reaction $A \rightarrow B$ occurs in two stirred tank reactors in series. A feed stream containing the reactant A at a concentration C_{A10} mol/m³ is supplied to tank 1 at a rate Q m³/h. Another feed stream of concentration C_{A20} ($C_{A10} > C_{A20}$) is fed to tank 2 at the same rate. The liquid from tank 1 also flows to tank 2 at the rate of Q m³/h, and the liquid from tank 2 leaves at a flow rate of $2Q$ m³/h so that the volume of liquid in each tank (i.e. the working volume) remains constant at V m³ (see Figure). Both the tanks contain only pure solvent ($C_A = 0$) initially. Formulate an unsteady-state mass balance of the individual components for the problem in order to determine the concentration of the reactant A and of the product B in the effluents from the two tanks as functions of time. Specify the initial conditions.

[4]

पहला क्रम सजातीय प्रतिक्रिया $A \rightarrow B$ श्रृंखला में दो हलचल टैंक रिएक्टरों में होता है। एक फीड स्ट्रीम A जिसमें एक कंसंट्रेशन $C_{A10} \text{ mol/m}^3$ है, को $Q \text{ m}^3/\text{h}$ की दर से टैंक 1 में सप्लाई किया जाता है। एकाग्रता C_{A20} ($C_{A10} > C_{A20}$) की एक और फीड स्ट्रीम टैंक 2 को उसी दर पर खिलाया जाता है। टैंक 1 से liquid भी टैंक 2 को उसी दर पर खिलाया जाता है और टैंक 2 से तरल $2Q \text{ m}^3/\text{h}$ की प्रवाह दर पर निकलता है ताकि प्रत्येक टैंक में तरल की मात्रा (यानी कार्यशील आयतन $V \text{ m}^3$ पर स्थित रहता है (चित्र देखें) दोनों टैंकों में शुरू में केवल शुद्ध विलायक ($C_A = 0$) होता है। समय के कार्यों के रूप में दो टैंकों से अपशिष्टों में प्रतिक्रियाशील ए और उत्पाद बी की एकाग्रता का निर्धारण करने के लिए समस्या के लिए व्यक्तिगत घटकों के एक अस्थिर स्थिति द्रव्यमान का गठन करें। प्रारंभिक शर्तें निर्दिष्ट करें।



5. a) What are the applications of ordinary differential equations in chemical engineering?

रासायनिक इंजीनियरिंग में सामान्य अंतर समीकरणों के अनुप्रयोग क्या हैं?

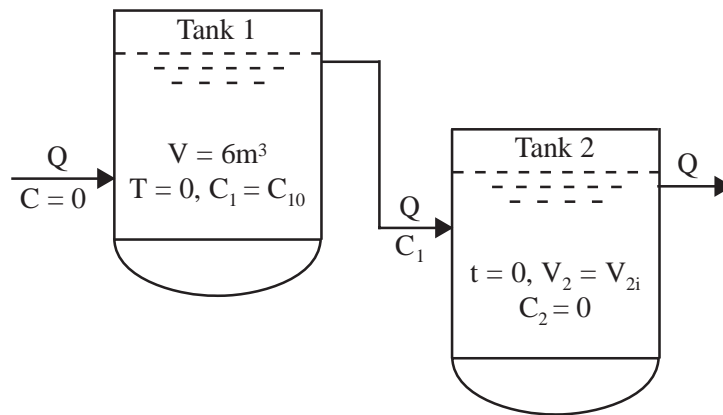
CM-503(A)-CBGS

Contd...

[5]

- b) Consider two well-stirred tanks in series in to which water flows according to the scheme shown in Figure. At time $t = 0$, tank 1 has 6 m^3 of brine containing 25 kg salt per m^3 of the solution, and tank 2 contains 4 m^3 of water only. Fresh water runs into tank 1 at a rate $Q = 0.2 \text{ m}^3/\text{min}$ and overflows to tank 2 at the same rate. Volume of liquid in tank 2 increases till it attains its capacity of 6 m^3 and then overflows at the same rate of $0.2 \text{ m}^3/\text{min}$. Find out the time-varying concentration of salt in tank 2. Note that the maximum holding capacity of each tank is $V = 6 \text{ m}^3$.

श्रृंखला में दो अच्छी तरह से उभरे हुए टैंकों पर विचार करें, जिसमें चित्र में दिखाई गई योजना के अनुसार पानी बहता है। समय $t = 0$ पर, टैंक 1 में 6 मीटर^3 सोलुशन $25 \text{ किलो नमक}/\text{m}^3$ है और टैंक 2 में केवल 4 m^3 पानी होता है। ताजा पानी $Q = 0.2 \text{ मीटर}^3/\text{मिनट}$ की दर से टैंक 1 में चलता है और उसी दर पर टैंक 2 को ओवरफ्लो होता है। टैंक 2 में तरल की मात्रा तब तक बढ़ जाती है जब तक कि इसकी क्षमता 6 m^3 की हो जाती है, फिर $0.2 \text{ m}^3/\text{मिनट}$ की समान दर से ओवरफ्लो हो जाती है। टैंक 2 में नमक की समय-भिन्न कंसंट्रेशन का पता लगाइए। ध्यान दें कि प्रत्येक टैंक की अधिकतम धारण क्षमता $V = 6 \text{ m}^3$ है।



CM-503(A)-CBGS

PTO

[6]

6. a) Define standard techniques used for the stability analysis of PDEs.

पी.डी.ई. की स्थिरता विश्लेषण के लिए इस्तेमाल मानक तकनीकों को परिभाषित करें।

- b) Solve the first-order equation $y' + 2xy + x = e^{-x^2}$ subject to the initial condition $y = 1$ at $x = 0$ (also written as $y(0) = 1$).

प्रारंभिक स्थिति $y = 1$ पर पहले क्रम समीकरण $y' + 2xy + x = e^{-x^2}$ को $x = 0$ पर हल करें (इसे $y(0) = 1$ भी लिखा जाता है)।

7. a) Classify partial differential equations according to their order, linearity, and boundary conditions.

आंशिक अंतर समीकरणों को उनके क्रम, रैखिकता और सीमा स्थितियों के अनुसार वर्गीकृत करें।

- b) Using the experimental data in Table :
- i) Develop the forward difference table
 - ii) Develop the backward difference table

Table : Data of penicillin fermentation

Time (h)	Penicillin concentration (units/mL)	Time (h)	Penicillin concentration (units/ml)
0	0	120	9430
20	106	140	10950
40	1600	160	10280
60	3000	180	9620
80	5810	200	9400
100	8600		

CM-503(A)-CBGS

Contd...

[7]

तालिका में प्रयोगात्मक डेटा का उपयोग करके :

- i) आगे अंतर तालिका विकसित करना।
- ii) बैकवर्ड अंतर तालिका विकसित करना

तालिका : पेनिसिलिन किण्वन का डेटा

Time (h)	Penicillin concentration (units/ml)	Time (h)	Penicillin concentration (units/ml)
0	0	120	9430
20	106	140	10950
40	1600	160	10280
60	3000	180	9620
80	5810	200	9400
100	8600		

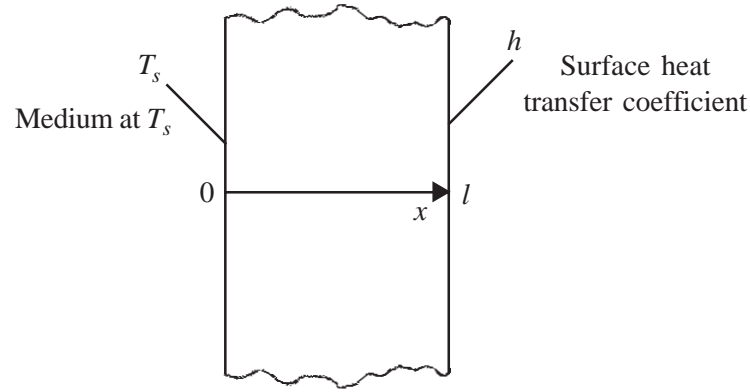
8. a) Define boundary condition of the first kind and boundary condition of the second kind.

पहली तरह की सीमा की स्थिति और दूसरी तरह की सीमा की स्थिति को परिभाषित करें।

- b) Consider a large plane wall of thickness l having a uniform initial temperature T_i throughout. At time $t = 0$, the surface at $x = 0$ is raised to a temperature T_s and is maintained at that value for all time; the other surface at $x = l$ starts exchanging heat with a medium at temperature T_s , the surface heat transfer coefficient being h . Obtain the unsteady-state temperature distribution in the wall.

[8]

मोटाई 1 के एक बड़े सतह की दीवार पर विचार करें, जिसमें एक समान प्रारंभिक तापमान T_i हो। समय $t=0$ पर, $x=0$ पर सतह को T_s के तापमान पर उठाया जाता है और हर समय उस मूल्य पर बनाये रखा जाता है, दूसरी सतह पर $x=1$ तापमान T_s पर एक माध्यम के साथ गर्मी का आदान-प्रदान शुरू होता है, सतह गर्मी हस्तांतरण गुणांक h है। दीवार में अस्थिर-स्थिति तापमान वितरण प्राप्त करें।



The governing PDE and the initial and boundary conditions for one-dimensional unsteady-state heat Conduction for the wall are (the BC at $x=1$ is a Robin boundary condition)

Governing पी.डी.ई. और दीवार के लिए एक आयामी अस्थिर-स्थिति गर्मी चालन के लिए प्रारंभिक और सीमा की स्थिति हैं। (BC at $x=1$ पर रॉबिन सीमा स्थिति है)
