

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
EDITAL  
CARGO DE PROFESSOR DOUTOR – MS-3.1

A Universidade Estadual de Campinas, através da Secretaria Geral, torna pública a abertura de inscrições para o concurso público de provas e títulos, para provimento de 01 (um) cargo de Professor Doutor, nível MS-3.1 em RTP, com opção preferencial para o RDIDP, nos termos do item 2, na área de Engenharia das Reações Químicas, nas disciplinas EQ-712 Cinética Química Aplicada e EQ-812 Reatores Químicos, e na área de Fenômenos e Operações Unitárias de Transferência de Massa, na disciplina EQ-741 Fenômenos de Transporte III, do Departamento de Engenharia de Processos da Faculdade de Engenharia Química, da Universidade Estadual de Campinas.

### **1. DO REQUISITO MÍNIMO PARA INSCRIÇÃO**

**1.1.** Poderá se inscrever no concurso o candidato que, no mínimo, seja portador de Título de Doutor.

**1.2.** É desejável que o candidato tenha o seguinte perfil:

**1.2.1.** Ser graduado em Engenharia Química e que a Dissertação de Mestrado e/ou a Tese de Doutorado seja no âmbito das áreas do presente concurso.

**1.2.2.** A inscrição de candidato que deixar de atender ao perfil desejável não será indeferida por este motivo.

### **2. DO REGIME DE TRABALHO**

**2.1.** Nos termos do artigo 109 do estatuto da UNICAMP, o Regime de Dedicção Integral à Docência e à Pesquisa (RDIDP) é o regime preferencial do corpo docente e tem por finalidade estimular e favorecer a realização da pesquisa nas diferentes áreas do saber e do conhecimento, assim como, correlatamente, contribuir para a eficiência do ensino e para a difusão de ideias e conhecimento para a comunidade.

**2.2.** Ao se inscrever no presente concurso público o candidato fica ciente e concorda que, no caso de admissão, poderá ser solicitada, a critério da Congregação da Faculdade de Engenharia Química, a apresentação de Plano de Pesquisa que será submetido à Comissão Permanente de Dedicção Integral à Docência e à Pesquisa – CPDI para avaliação de possível ingresso no Regime de Dedicção Integral à Docência e à Pesquisa – RDIDP.

**2.3.** O regime de Dedicção Integral à Docência e à Pesquisa (RDIDP) está regulamentado pela Deliberação CONSU-A-02/01, cujo texto integral está disponível na página [http://www.pg.unicamp.br/mostra\\_norma.php?consolidada=S&id\\_norma=2684](http://www.pg.unicamp.br/mostra_norma.php?consolidada=S&id_norma=2684).

**2.4.** O aposentado na carreira docente aprovado no concurso público somente poderá ser admitido no Regime de Turno Parcial (RTP), vedada a extensão a Regime de Dedicção Integral à Docência e à Pesquisa (RDIDP), conforme Deliberação CONSU-A-08/2010.

**2.5.** A Remuneração inicial para o cargo de Professor Doutor da Carreira do Magistério Superior é a seguinte:

- a) RTP – R\$ 1.592,14
- b) RTC – R\$ 4.041,51
- c) RDIDP – R\$ 9.185,10

### **3. DAS INSCRIÇÕES**

**3.1.** As inscrições serão recebidas, todos os dias úteis compreendidos dentro do prazo de 90 (noventa) dias, a contar da publicação deste edital no Diário Oficial do Estado - DOE, no horário das 09 às 12 e das 14 às 17 horas, na Secretaria da Faculdade de Engenharia Química, situada na Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo.

Endereço: Avenida Albert Einstein, nº 500, Campinas/São Paulo. CEP 13083-852.

**3.2.** A inscrição será efetuada mediante requerimento dirigido à Diretora da Faculdade de Engenharia Química, contendo nome, domicílio e profissão, acompanhada dos seguintes documentos:

**a)** Prova de que é portador do título de doutor de validade nacional. Para fins de inscrição, o candidato poderá apresentar apenas a ata da defesa de sua Tese de Doutorado, sendo que a comprovação do título de doutor será exigida por ocasião da admissão. Os candidatos que tenham obtido o título de doutor no exterior, caso aprovados, deverão obter o reconhecimento do referido título para fins de validade nacional, sob pena de demissão.

**b)** Documento de identificação pessoal, em cópia;

**c)** Sete exemplares do Memorial, com o relato das atividades realizadas e a comprovação dos trabalhos publicados e demais informações, que permitam avaliação dos méritos do candidato, a saber:

**c.1.** Títulos universitários;

**c.2.** *Curriculum vitae et studiorum*;

**c.3.** Atividades científicas, didáticas e profissionais;

**c.4.** Títulos honoríficos;

**c.5.** Bolsas de estudo em nível de pós-graduação;

**c.6.** Cursos frequentados, congressos, simpósios e seminários dos quais participou.

**d)** um exemplar ou cópia de cada trabalho ou documento mencionado no memorial.

**e)** Sete exemplares do Plano de trabalho incluindo Projeto de Pesquisa elaborado, nos moldes da FAPESP, em tema no âmbito das disciplinas do concurso.

**3.2.1.** O Memorial poderá ser aditado, instruído ou completado até a data fixada para o encerramento das inscrições.

**3.2.2.** O candidato portador de necessidades especiais, temporária ou permanente, que precisar de condições especiais para se submeter às provas, deverá solicitá-las por escrito no momento da inscrição, indicando as adaptações de que necessita.

**3.3.** Recebida a documentação e satisfeitas às condições do edital a Secretaria da Faculdade de Engenharia Química encaminhará o requerimento de inscrição com toda a documentação à Diretora da Faculdade de Engenharia Química, que a submeterá ao Departamento de Engenharia de Processos, tendo este o prazo de 15 dias para emitir parecer circunstanciado sobre o assunto.

**3.3.1.** O parecer de que trata o subitem anterior será submetido à Congregação da Faculdade de Engenharia Química, que encaminhará o requerimento de inscrição com toda a documentação à deliberação da Câmara de Ensino Pesquisa e Extensão – CEPE.

**3.3.2.** O requerimento de inscrição no concurso será deferido se o candidato obtiver o voto favorável da maioria absoluta dos membros presentes na Sessão da CEPE.

**3.4.** Os candidatos que tiverem os requerimentos de inscrição deferidos serão notificados a respeito da composição da Comissão Julgadora e seus suplentes, bem como do calendário fixado para as provas e do local de sua realização, por meio de edital a ser publicado no Diário Oficial do Estado, com antecedência mínima de 30 (trinta) dias do início das provas.

#### **4. DA COMISSÃO JULGADORA**

**4.1.** A Comissão Julgadora será constituída de 05 (cinco) membros titulares e 02 (dois) suplentes, portadores no mínimo, do título de doutor, cujos nomes serão indicados pela Congregação da Faculdade de Engenharia Química e aprovados pela CEPE.

**4.1.2.** Pelo menos dois membros da Comissão Julgadora deverão ser externos à Faculdade de Engenharia Química ou pertencer a outras instituições.

**4.2.** Poderão integrar a Comissão Julgadora profissionais de reconhecida competência na disciplina ou conjunto de disciplinas em concurso, pertencentes a instituições técnicas, científicas ou culturais do país ou do exterior.

**4.3.** Caberá a Comissão Julgadora examinar os títulos apresentados, conduzir as provas do concurso e proceder às arguições a fim de fundamentar parecer circunstanciado classificando os candidatos.

## **5. DAS PROVAS**

**5.1.** O concurso constará das seguintes provas:

- a)** prova específica de caráter eliminatório (peso 1);
- b)** prova de títulos (peso 1);
- c)** prova de arguição (peso 1);
- d)** prova didática (peso 1).

**5.2.** A prova específica consistirá de:

**a)** Uma prova escrita dissertativa, que versará sobre o assunto de ordem geral e doutrinária, relativa ao conteúdo do programa das disciplinas ou conjunto de disciplinas em concurso. Esta parte da prova corresponderá a 60% da nota da prova específica.

**b)** O candidato será inquirido sobre o Plano de Trabalho e Projeto de Pesquisa apresentado por ocasião da inscrição. Esta parte da prova corresponderá a 40% da nota da prova específica.

**5.2.1.** No início da prova específica, a Comissão Julgadora fará a leitura da(s) questão(ões) da prova escrita dissertativa, concedendo o prazo de 60 (sessenta) minutos para que os candidatos consultem seus livros, periódicos ou outros documentos bibliográficos.

**5.2.2.** Findo o prazo estabelecido no item 5.2.1 não será mais permitida a consulta de qualquer material, e a prova específica escrita terá início, com duração de 03 (três) horas para a redação da(s) resposta(s).

**5.2.3.** As anotações efetuadas durante o período de consulta previsto no item 5.2.1 poderão ser utilizadas no decorrer da prova específica, devendo ser rubricadas por todos os membros da Comissão Julgadora e anexadas na folha de resposta.

**5.3.** Na prova de títulos a Comissão Julgadora apreciará o Memorial elaborado e comprovado pelo candidato.

**5.3.1.** Os membros da Comissão Julgadora terão o prazo máximo de 24 (vinte e quatro) horas para emitir o julgamento da prova de títulos.

**5.4.** Na prova de arguição o candidato será interpelado pela Comissão Julgadora sobre a matéria do programa da disciplina ou conjunto de disciplinas em concurso e/ou sobre o Memorial apresentado na inscrição.

**5.4.1.** Na prova de arguição cada integrante da Comissão Julgadora disporá de até 30 minutos para arguir o candidato que terá igual tempo para responder às questões formuladas.

**5.4.2.** Havendo acordo mútuo, a arguição poderá ser feita em forma de diálogo, respeitando, porém, o limite máximo de 1 (uma) hora para cada arguição.

**5.5.** A prova didática versará sobre os programas de disciplina ou conjunto de disciplinas ministradas na Universidade no ano anterior ao concurso (anexo I) e nela o candidato deverá revelar cultura aprofundada no assunto.

**5.5.1.** A matéria para a prova didática será sorteado com 24 (vinte e quatro) horas de antecedência, de uma lista de 10 (dez) pontos, organizada pela Comissão Julgadora.

**5.5.2.** A prova didática terá a duração de 50 (cinquenta) a 60 (sessenta) minutos e nela o candidato desenvolverá o assunto do ponto sorteado, vedada a simples leitura do texto da aula, mas facultando-se, com prévia aprovação da Comissão Julgadora, o emprego de roteiros, apontamentos, tabelas, gráficos, diapositivos ou outros recursos pedagógicos utilizáveis na exposição.

**5.6.** As provas orais do presente concurso público serão realizadas em sessão pública. É vedado aos candidatos assistir às provas dos demais candidatos.

**5.7.** A comissão Julgadora poderá ou não descontar pontos quando o candidato não atingir o tempo mínimo ou exceder o tempo máximo pré-determinado para as provas didática e de arguição.

## **6. DA AVALIAÇÃO E JULGAMENTO DAS PROVAS**

**6.1.** As provas de títulos, arguição, didática e específica terão caráter classificatório.

**6.1.1.** A prova específica também terá caráter eliminatório, caso compareçam mais de 08 (oito) candidatos.

**6.1.1.1.** Na hipótese da prova específica ter caráter eliminatório, deverá ser observado o seguinte procedimento:

a) ao final da prova específica cada examinador atribuirá ao candidato uma nota de 0 (zero) a 10 (dez), considerando o previsto no item 5.2 deste edital.

b) após a atribuição das notas, o resultado da prova específica será imediatamente proclamado pela Comissão Julgadora em sessão pública.

c) serão considerados aprovados na prova específica os candidatos que obtiverem notas iguais ou superiores a 07 (sete), de, no mínimo, 03 (três) dos 05 (cinco) examinadores.

d) somente participarão das demais provas do concurso os candidatos aprovados na prova específica.

e) as notas atribuídas na prova específica por cada um dos examinadores aos candidatos aprovados serão computadas ao final do concurso público para fins de classificação, nos termos do item 6.3 deste edital.

**6.2.** Ao final de cada uma das provas previstas no subitem 5.1 deste edital, cada examinador atribuirá ao candidato uma nota de 0 (zero) a 10 (dez).

**6.2.1.** As notas de cada prova serão atribuídas individualmente pelos integrantes da Comissão Julgadora em envelope lacrado e rubricado, após a realização de cada prova. Ao final de todas as provas do concurso, em sessão pública, os envelopes serão abertos pela Comissão Julgadora.

**6.2.2.** Caso a prova específica não tenha caráter eliminatório, a nota atribuída nesta prova deverá ser divulgada no final do concurso, nos termos do subitem 6.2.1.

**6.3.** Ao término das provas, cada candidato terá de cada examinador uma nota final, que será a média ponderada das notas atribuídas pelo examinador ao candidato.

**6.3.1.** As notas finais serão calculadas até a casa dos centésimos, desprezando-se o algarismo de ordem centesimal, se inferior a cinco e aumentando-se o algarismo da casa decimal para o número subsequente, se o algarismo da ordem centesimal for igual ou superior a cinco.

**6.3.2.** Cada examinador fará a classificação dos candidatos pela sequência decrescente das notas finais por ele apuradas e indicará o(s) candidato(s) para preenchimento da(s) vaga(s) existente (s), de acordo com as notas finais obtidas nos termos do item anterior. O próprio examinador decidirá os casos de empate, com critérios que considerar pertinentes.

**6.4.** A Comissão Julgadora, em sessão reservada, depois de divulgadas as notas e apurados os resultados, emitirá parecer circunstanciado sobre o resultado do concurso justificando a indicação feita, da qual deverá constar tabela e/ou textos contendo as notas, as médias e a classificação dos candidatos. Também deverão constar do relatório os critérios de julgamento adotados para avaliação de cada uma das provas. Todos os documentos e anotações feitas pela Comissão julgadora para atribuição das notas deverão ser anexados ao processo do presente concurso público.

**6.4.1.** Ao relatório da Comissão Julgadora poderão ser acrescentados relatórios individuais de seus membros.

**6.5.** O resultado final do concurso será imediatamente proclamado pela Comissão Julgadora em sessão pública.

**6.5.1.** Serão considerados habilitados os candidatos que obtiverem, da maioria dos examinadores, nota final mínima sete.

**6.5.2.** Será indicado para nomeação o candidato que obtiver o primeiro lugar, isto é, maior número de indicações da Comissão Julgadora.

**6.5.3.** O empate nas indicações será decidido pela Comissão Julgadora, prevalecendo sucessivamente a média geral obtida e o maior título universitário. Persistindo o empate a decisão caberá por votação, à Comissão Julgadora. O presidente terá voto de desempate, se couber.

**6.5.4.** Excluído o candidato em primeiro lugar, procedimento idêntico será efetivado para determinação do candidato aprovado em segundo lugar, e assim subsequentemente até a classificação do último candidato aprovado.

**6.5.4.1.** Para as classificações seguintes deverão ser desconsideradas as indicações do candidato já classificado e considerada a ordem de classificação feita por cada um dos examinadores para os candidatos remanescentes.

**6.6.** As sessões de que tratam os itens 6.2.1 e 6.5 serão realizadas no mesmo dia em horários previamente divulgados.

**6.7.** O parecer da Comissão Julgadora será submetido à Congregação da Faculdade de Engenharia Química, que só poderá rejeitá-lo, no todo ou em parte, por 2/3 (dois terços) de seus membros presentes, quando unânime, ou por maioria absoluta, também de seus membros presentes, quando o parecer apresentar apenas três assinaturas concordantes dos membros da Comissão Julgadora.

**6.8.** O resultado final do concurso será submetido à homologação da Câmara de Ensino, Pesquisa e Extensão - CEPE.

**6.9.** A relação dos candidatos aprovados será publicada no Diário Oficial do Estado, com as respectivas classificações.

## **7. DA ELIMINAÇÃO**

**7.1** Será eliminado do concurso público o candidato que:

- a) Deixar de atender às convocações da Comissão Julgadora;
- b) Não comparecer ao sorteio do ponto da prova didática;
- c) Não comparecer a qualquer uma das provas, exceto a prova de títulos.

## **8. DO RECURSO**

**8.1.** O candidato poderá interpor recurso contra o resultado do concurso, exclusivamente de nulidade, ao Conselho Universitário, no prazo de 05 (cinco) dias, a contar da publicação prevista no item 6.9 deste edital.

**8.1.1.** O recurso deverá ser protocolado na Secretaria Geral da UNICAMP.

**8.1.2.** Não Será aceito recurso via postal, fac-símile ou correio eletrônico.

**8.1.3.** Recursos extemporâneos não serão recebidos.

**8.2.** O resultado do recurso será divulgado no site da Secretaria Geral da UNICAMP ([www.sg.unicamp.br](http://www.sg.unicamp.br)).

## **9.1 DAS DISPOSIÇÕES FINAIS**

**9.1.** A inscrição do candidato implicará o conhecimento e a tácita aceitação das normas e condições estabelecidas neste Edital, em relação às quais o candidato não poderá alegar qualquer espécie de desconhecimento.

**9.2.** As convocações, avisos e resultados do concurso serão publicados no Diário Oficial do Estado e estarão disponíveis no site [www.sg.unicamp.br](http://www.sg.unicamp.br), sendo de responsabilidade exclusiva do candidato o seu acompanhamento.

**9.3.** Se os prazos de inscrição e/ou recurso terminarem em dia em que não há expediente na Universidade Estadual de Campinas, no sábado, domingo ou feriado, estes ficarão automaticamente prorrogados até o primeiro dia útil subsequente.

**9.4.** O prazo de validade do concurso será de 01 (um) ano, a contar da data de publicação no Diário Oficial do Estado da homologação dos resultados pela CEPE, podendo ser prorrogado uma vez, por igual período.

**9.4.1.** Durante o prazo de validade do concurso, poderão ser providos os cargos que vierem a vagar, para aproveitamento de candidatos aprovados na disciplina ou conjunto de disciplinas em concurso.

**9.5.** A critério da Faculdade de Engenharia Química, ao candidato aprovado e admitido poderão ser atribuídas outras disciplinas além das referidas nas áreas de concurso, desde que referentes à área do concurso ou de sua área de atuação.

**9.6.** O candidato aprovado e admitido somente será considerado estável após o cumprimento do estágio probatório, referente a um período de 03 (três) anos de efetivo exercício, durante o qual será submetido à avaliação especial de desempenho, conforme regulamentação prevista pela Universidade.

**9.7.** Até 60 (sessenta) dias após a publicação da homologação do concurso o candidato poderá solicitar a retirada dos memoriais (item 3.2.c) entregues no ato da inscrição e que não foram utilizados pela Comissão Julgadora, mediante requerimento protocolado na Secretaria da Faculdade de Engenharia Química. Após este prazo, se não retirados, os memoriais poderão ser descartados.

**9.8.** O presente concurso obedecerá às disposições contidas na Deliberação CONSU-A-03/03.

**9.8.1.** Cópia da Deliberação mencionada poderá ser obtida no site [www.sg.unicamp.br](http://www.sg.unicamp.br) ou junto a Secretaria da Faculdade de Engenharia Química, que poderá prestar quaisquer outras informações relacionadas ao concurso.

**9.9.** Os itens deste edital poderão sofrer eventuais alterações, atualizações ou acréscimos enquanto não consumada a providência ou evento que lhes disser respeito, até a data de convocação para a prova correspondente, circunstância que será mencionada em Edital ou Aviso a ser publicado.

## **Anexo I – Programa das Disciplinas**

### **EQ712 – Cinética Química Aplicada**

**Ementa:** Cinética química. Cinética das reações homogêneas. Teoria da cinética de reações elementares em fase gasosa e líquida. Reações complexas. Catálise homogênea. Adsorção e catálise heterogênea.

#### **Programa Detalhado**

##### **1. Introdução (Tempo sugerido: 8 horas)**

- 1.1) Estequiometria
- 1.2) Independência das reações
- 1.3) Variação da composição numa transformação química
- 1.4) Concentração e sua variação numa transformação química
  - 1.4.1 – Medidas de concentração
  - 1.4.2 – Variação da concentração

##### **2. Cinética Química (Tempo sugerido: 12 horas)**

- 2.1) Introdução
- 2.2) Taxa de uma reação química
- 2.3) Influência da composição sobre a taxa da reação
- 2.4) Reações reversíveis e irreversíveis
- 2.5) Cinética e mecanismo
- 2.6) Ordem e molecularidade
- 2.7) Influência da temperatura sobre a taxa da reação

2.8) Teoria da cinética das reações elementares em fase líquida e gasosa

### **3. Coleta e Análise de Dados Cinéticos (Tempo sugerido: 12 horas)**

3.1) Introdução

3.2) Balanço de massa e coleta de dados em reatores ideais isotérmicos

3.2.1 – Reator tanque descontínuo (BSTR)

3.2.2 – Reator tanque de mistura contínuo (CSTR)

3.2.3 – Reator tubular (PFR)

3.3) Métodos de análise e ajuste dos dados cinéticos

3.3.1 – Métodos diferencial e integral para o BSTR

3.3.2 – Método para o CSTR

3.3.3 – Métodos para PFR diferencial e integral

3.3.4 – Método das taxas iniciais

3.3.5 – Método da meia vida

3.3.6 – Método da pressão total

### **4. Cinética das Reações Complexas (Tempo sugerido: 14 horas)**

4.1) Introdução

4.2) A aproximação do estado estacionário (princípio de Bodenstein)

4.3) A etapa determinante da taxa

4.4) Reações em cadeia em fase gasosa

4.4.1 – Radicais

4.4.2 – A pirólise de compostos orgânicos (mecanismo de Rice-Herzfeld)

4.4.3 – Inibidores, iniciadores e período de indução

4.4.4 – Reações em cadeia ramificada

### **5. Catálise (Tempo sugerido: 14 horas)**

5.1) Introdução

5.1.1 – Catálise homogênea

5.1.2 – Catálise heterogênea

5.1.2 – Catálise enzimática

5.2) Cinética das reações catalíticas heterogêneas

5.2.1 – Mecanismos de Langmuir-Hinshelwood

5.2.2 – Mecanismos de Eley-Rideal

### **BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA:**

-Fogler, H. S.; "Elementos de Engenharia das Reações Químicas", 3a edição, LTC Editora, Rio de Janeiro, 2002.

-Levenspiel, O.; "Chemical Reaction Engineering"; 3a edição, John Wiley & Sons, New York, 1998.

-Hill, C.G. An Introduction to Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design, John Wiley&Sons, 1977.

- Smith, J.M. Chemical Engineering Kinetics, McGraw-Hill, 3rd Ed., 1981.

- Benson, S.W. The Foundations of Chemical Kinetics, New York, N.Y. McGraw-Hill, 1960.

- Denbigh, K. and Turner, R. Introduction to Chemical Reaction Design, Cambridge: Cambridge University Press, 1970.

- Boudart, M. Kinetics of Chemical Processes, Englewood Clis, N.J.:Prentice-Hall, Inc., 1968.

- Froment, G.F. and Bischoff, K.B. Chemical Reactor Analysis and Design, 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc. 1990.

## **EQ741 – Fenômenos de Transporte III**

**Ementa:** Introdução. Transferência de massa difusiva. Modelos de difusão em gases, líquidos e sólidos. Transferência de massa convectiva. Transferência de massa em regime transiente. Transferência de massa com reação química. Transferência simultânea de calor e massa. Transferência de massa entre fases.

### **Programa Detalhado**

#### **1. Introdução à Transferência de Massa (Tempo sugerido: 4 horas)**

- 1.1) Aplicações na indústria
- 1.2) Estados da matéria
- 1.3) Forças intermoleculares
- 1.4) Termodinâmica e fenômenos de transporte
- 1.5) Definições de transferência de massa e força motriz

#### **2. Coeficientes e Mecanismos de Difusão (Tempo sugerido: 8 horas)**

- 2.1) Difusão em gases
- 2.2) Difusão em líquidos
- 2.3) Difusão em sólidos cristalinos
- 2.4) Difusão em sólidos porosos
- 2.5) Difusão em membranas
- 2.6) Equações e correlações para a estimativa do valor do coeficiente de difusão

#### **3. Equação da Continuidade em Transferência de Massa em uma Única Fase (Tempo sugerido: 4 horas)**

- 3.1) Definições de concentração, velocidade e fluxo
- 3.2) Obtenção da equação da continuidade do soluto
- 3.3) Condições iniciais e de contorno

#### **4. Difusão em Regime Permanente sem Reação Química (Tempo sugerido: 6 horas)**

- 4.1) Transferência de massa molecular em estado estacionário
- 4.2) Transferência de massa molecular em estado pseudo-estacionário
- 4.3) Contradifusão equimolar
- 4.4) Difusão em membranas Fickianas

#### **5. Difusão em Regime Transiente sem Reação Química (Tempo sugerido: 6 horas)**

- 5.1) Número de Biot mássico
- 5.2) Difusão sem resistência externa à transferência de massa
- 5.3) Influência da resistência externa à difusão
- 5.4) Soluções analíticas e gráficas para a transferência de massa em geometrias básicas
  - 5.4.1 – Placa plana
  - 5.4.2 – Esfera
  - 5.4.3 – Cilindro

#### **6. Difusão com Reação Química (Tempo sugerido: 6 horas)**

- 6.1) Difusão com reação química heterogênea
  - 6.1.1 – Reações catalíticas
  - 6.1.2 – Módulo de Thiele
- 6.2) Difusão com reação química homogênea
- 6.3) Difusão transiente com reação química



## **7. Convecção Mássica (Tempo sugerido: 10 horas)**

- 7.1) Definição de convecção mássica e coeficiente convectivo de transferência de massa
- 7.2) Análise de escala
- 7.3) Convecção mássica forçada: análise de escoamento e números adimensionais
- 7.4) Modelos para predição do coeficiente convectivo de transferência de massa
  - 7.4.1 – Camada limite mássica
  - 7.4.2 – Transferência de massa em regime turbulento
  - 7.4.3 – Analogias entre transferência de massa e de quantidade de movimento
  - 7.4.4 – Teorias do filme e da penetração
- 7.5) Convecção mássica natural
  - 7.5.1 – A origem da convecção mássica natural
  - 7.5.2 – Números adimensionais
- 7.6) Convecção mássica mista: critério para identificação do mecanismo de convecção mássica
- 7.7) Correlações para o coeficiente convectivo de transferência de massa: forçada, natural e mista

## **8. Transferência Simultânea de Calor e Massa (Tempo sugerido: 8 horas)**

- 8.1) Aspectos gerais da transferência de calor
- 8.2) Números adimensionais
- 8.3) Transferência simultânea de calor e massa em um meio gasoso inerte
- 8.4) Teoria do bulbo úmido

## **9. Transferência de Massa entre Fases (Tempo sugerido: 8 horas)**

- 9.1) Técnicas de separação
- 9.2) Transferência de massa entre fases:
  - 9.2.1 – Modelo das duas resistências
  - 9.2.2 – Coeficientes individuais, globais e de capacidade
- 9.3) Introdução às operações de transferência de massa

### **BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA:**

- M. A. CREMASCO, "Fundamentos de Transferência de Massa", 2a Ed., Editora da Unicamp, 2002.
- J. R. WELTY, R. E. WILSON e C. C. WICKS, "Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer", 4a Ed., John Wiley & Sons, 2001.
- E. L. CUSSLER, "Diffusion: Mass Transfer in Fluid Systems", 2a Ed., Cambridge University Press, 1997.

## **EQ812 – Reatores Químicos**

**Ementa:** Reatores químicos. Reatores químicos de comportamento ideal. Desvios do comportamento ideal. Reatores catalíticos heterogêneos.

### **Programa Detalhado**

#### **1. Introdução (Tempo sugerido: 2 horas)**

- 1.1) Conceitos básicos

#### **2. Modelos Ideais de Reatores Químicos Isotérmicos – Reações Simples (Tempo sugerido: 16 horas)**

- 2.1) Equações fundamentais de projeto de reatores

- 2.2) Reator tanque descontínuo (BSTR)
- 2.3) Reator tanque de mistura contínuo (CSTR)
- 2.4) Reator tubular de fluxo pistonado (PFR)
- 2.5) Comparação de desempenho de reatores CSTR e PFR
- 2.6) Reatores CSTR em cascata
- 2.7) Associação mista de reatores em série: CSTR e PFR
- 2.8) Reatores com reciclo
- 2.9) Reações auto-catalíticas
- 2.10) Reatores semi-contínuos

### **3. Reações Múltiplas em Reatores Ideais (Tempo sugerido: 12 horas)**

- 3.1) Noções gerais: otimização, rendimento e seletividade
- 3.2) Reações paralelas e reações em série
- 3.3) Sistemas com reações série-paralelo: reações de múltipla substituição e reações poliméricas
- 3.4) Problemas simples de otimização

### **4. Efeitos Térmicos em Reatores Ideais (Tempo sugerido: 12 horas)**

- 4.1) Equação do balanço de energia
- 4.2) Balanço de energia aplicado ao BSTR
- 4.3) Balanço de energia aplicado ao CSTR
- 4.4) Balanço de energia aplicado ao PFR

### **5. Reatores Catalíticos Heterogêneos (Tempo sugerido: 12 horas)**

- 5.1) Introdução
- 5.2) Efeito dos processos físicos sobre a taxa de reação
  - 5.2.1 – Fenômenos interfases
  - 5.2.2 – Fenômenos intrapartícula
  - 5.2.3 – Difusão e reação em catalisadores porosos
- 5.3) Cálculo de reatores de leito fixo
- 5.4) Reatores trifásicos

### **6. Reatores Não-Ideais (Tempo sugerido: 6 horas)**

- 6.1) A distribuição dos tempos de residência
- 6.2) Modelos dos tanques contínuos em série
- 6.3) Modelo da dispersão axial

### **BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA:**

- Fogler, H. S.; "Elementos de Engenharia das Reações Químicas", 3a edição, LTC Editora, Rio de Janeiro, 2002.
- Levenspiel, O.; "Chemical Reaction Engineering"; 3a edição, John Wiley & Sons, New York, 1998.
- Hill, C. G.; "An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design", John Wiley & Sons, New York, 1977.
- Froment, G. F.; Bischoff, G. K.; "Chemical Reactor Analysis and Design", 2a edição, John Wiley & Sons, Cingapura, 1990.
- Butt, J. B.; "Reaction Kinetics and Reactor Design", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1980.