

EQ218 - Balanços Microscópicos 2

Ementa: Balanços microscópicos de energia e massa e suas aplicações.

Vetor: OF:S-5 T:02 P:02 L:02 O:00 D:00 PE:00 OE:00 HS:06 SL:06 C:06 EX:S

Pré-requisito(s): EQ216*

Carga horária total: 90 horas (6 créditos)

Tipo: Obrigatória

Conteúdo Programático

Esta componente curricular pertence ao percurso formativo da **Competência Específica 1** do Projeto Pedagógico do Curso, tendo como semestres ideais o quinto semestre do curso integral e o oitavo semestre do curso noturno.

Objetivos de aprendizagem:

Ao final da disciplina, o aluno deve ser capaz de:

- i) Aplicar balanços microscópicos de energia e massa
- ii) Resolver equações diferenciais parciais (analítico e numérico) aplicadas aos balanços microscópicos de energia e massa.
- iii) Modelar problemas complexos contendo variações locais e mudanças de fase

Proposta pedagógica:

Nesta componente curricular os alunos terão contato com os balanços microscópicos de energia e massa. Além de necessitar do conhecimento adquirido em Balanços Microscópicos 1, o aluno utilizará os conceitos apresentados em Equilíbrio Químico e de Fases, fundamental para a transferência de massa na definição dos limites de transferência. O foco deve ser na compreensão física dos fenômenos de transporte, assim como na resolução de problemas reais de engenharia. Os alunos devem ser capazes de modelar fenômenos que envolvam fluxos locais governados por gradientes de forças motrizes. Sugere-se que as atividades em sala de aula sejam conduzidas de forma que os conceitos fundamentais sejam apresentados inicialmente no tempo inicial das aulas (aproximadamente 30-40 minutos) e em seguida técnicas de ensino ativa sejam aplicadas como “Peer Instruction”, “Problem-based Learning” ou outras formas de estudo individualizado ou em grupo. Para esta componente curricular, sugere-se também a realização ou demonstração de experimentos como, por exemplo, Transferência de Calor em Estado não-Estacionário, Determinação do Coeficiente de Difusão em Meio Gasoso e Transferência Simultânea de Calor e Massa (bulbo

úmido). Por envolver problemas de balanços microscópicos mais complexos, os alunos devem ser estimulados a aplicar métodos numéricos para a resolução de equações diferenciais parciais usando algoritmos computacionais, principalmente para transferência de massa e calor em regime não estacionário. Esta disciplina poderá ser integrada com EQ 217 (Equilíbrio Químico e de fases) para o curso integral. No caso do curso noturno EQ 217 já foi oferecida no semestre anterior e os conceitos vistos pelos alunos. No caso de EQ 231 (Laboratório de integração), atividades complementares com EQ 218 poderão ser planejadas para os cursos integral e noturno.

Conteúdos:

1. Princípios básicos de Fenômenos de Transporte (4h)

- 1.1 Definições de transferência de calor e massa e aplicações na indústria
- 1.2. Equação fundamental da termodinâmica: grandezas extensivas e intensivas.
- 1.3 Equilíbrio termodinâmico e 2ª lei da termodinâmica.
- 1.4 Força motriz em meio heterogêneo e isotérmico e em meio homogêneo e não isotérmico.
- 1.5 Relações de Onsager e as leis de Fourier e Fick: condução térmica e difusão mássica.

2. Transporte molecular (10 h)

- 2.1 Definições de propriedades térmicas.
- 2.2 Mecanismos moleculares de condução térmica.
- 2.3 Definições de soluto e meio.
- 2.4 Mecanismos moleculares de difusão mássica.

3. Balanços microscópicos (8h)

- 3.1 Definições de concentrações e fluxos de energia.
- 3.2 Balanço microscópico de energia: equação da energia para condução térmica
- 3.3 Definições de concentrações e fluxos de matéria
- 3.4 Balanço microscópico de massa: equação da continuidade para a difusão mássica do soluto

4. Aplicações de transporte molecular em regime estacionário (16h)

- 4.1 Condução de calor sem e com geração de energia em diferentes geometrias.
- 4.2. Difusão mássica sem e com reação química em diferentes meios e geometrias e difusão mássica em diferentes geometrias e meios
- 4.3. Experimento: Determinação do coeficiente de difusão em meio gasoso

5. Aplicações de transporte molecular em regime não-estacionário (10h)

- 5.1 Método da capacitância global
- 5.2 Condução transiente com efeitos espaciais
- 5.3 Condução transiente em sólidos semi-infinitos
- 5.4 Difusão mássica em meio semi-infinito
- 5.5 Difusão mássica em regime não-estacionário com resistência externa desprezível
- 5.6 Difusão mássica em regime não-estacionário com resistência externa

5.7 Experimento: Transferência de massa em regime não estacionário - laboratório computacional

6. Convecção de calor e massa (14h)

6.1. Movimento de fluidos: movimentos forçado e natural; transferência simultânea de quantidade de movimento e de matéria; transferência simultânea de quantidade de movimento e de energia.

6.2 Definições básicas e diferenças entre convecção mássica e convecção térmica.

6.3 Camadas limite mássica e térmica no regime laminar e coeficientes convectivos de transporte de matéria e de energia.

6.4 Números adimensionais na convecção forçada térmica e mássica

6.5 Correlações para escoamento interno e externo

6.6 Convecção natural mássica e térmica

6.7 Experimento: Transferência de calor regime não-estacionário

7. Tópicos em Transferência de Calor (10h)

7.1 Introdução à Radiação

7.2. Operações unitárias básicas em sistemas térmicos: condensação; evaporação; ebulição; trocadores de calor.

8. Tópicos em Transferência de Massa (12h)

8.1 Técnicas de separação

8.2 Transferência de massa entre fases: Modelo das duas resistências; coeficientes individuais, globais e de capacidade.

8.3 Operações unitárias básicas em transferência de massa: separação gás-líquido; separação gás-sólido; separação líquido-sólido; separação líquido-líquido.

9. Transferência simultânea de calor e massa (6h)

9.1 Teoria do bulbo úmido

9.2 Experimento Demonstrativo: Bulbo úmido

9.3 Estudo de caso: torre de umidificação e fenômenos associados

Bibliografia:

Cremaresco, M.A., Fundamentos de transferência de massa, 3. Ed., São Paulo, SP : Blucher, 2015.

Incropera, F.P, T.L. Bergman, A.S. Lavine, D.P. Dewitt, Fundamentos de transferência de calor e de massa, 7. Ed., Rio de Janeiro, RJ : Livros Técnicos e Científicos, 2014.

Welty, J.R., C.E. Wicks, R.E. Wilson, G.L. Rorrer, Fundamentals of momentum, heat, and mass transfer, 5th ed., Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, 2008.