

PLANO DE ENSINO

MEC/SETEC

Pró-reitoria de Ensino

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE - CAMPUS SAPUCAIA DO SUL

Curso: Engenharia mecânica

Disciplina: Transferência de calor e massa

Turma (s): 6E

Professor(a): Mauro César Rabuski Garcia

Carga horária total: 60h

Ano/semestre: 2017/1

1.EMENTA:

Introdução. Condução unidimensional e bidimensional em regime permanente. Condução transiente. Introdução à convecção. Convecção externa, interna e livre. Processos e propriedades da radiação térmica. Troca radiativa entre superfícies. Transferência de massa por difusão.

2.OBJETIVOS:

Compreender os conceitos referentes a Transferência de calor e massa por meio de aplicações práticas mostrando os modos de transferência de calor habilitando-os a resolverem problemas de engenharia nesta área.

3.ESTRATÉGIAS DE INTERDISCIPLINARIDADE (não obrigatória):

Esta disciplina interage fortemente com a disciplina de Mecânica dos Fluidos principalmente quando abordado o conteúdo de Convecção do calor. A Termodinâmica é outra disciplina que promove o entendimento do aluno nesta quando utilizadas as leis da termodinâmica. Em relação a disciplinas futuras, a Transferência de calor e massa contribui com: sistemas térmicos, refrigeração e ar condicionado, projeto integrador III, máquinas térmicas, Transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional e máquinas de fluxo.

4. CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS:

UNIDADE I – Introdução à transferência de calor

1.1 Origens Físicas e Equações de Taxa

1.1.1 Condução

1.1.2 Convecção

1.1.3 Radiação

1.2 Exigência da Conservação de Energia

1.3 Relevância da Transferência de Calor

UNIDADE II – Introdução à Condução

2.1 Equação da Taxa de Condução

2.2 As Propriedades Térmicas da Matéria

2.3 A Equação da Difusão do Calor (Difusão Térmica)

2.4 Condições de Contorno e Inicial

UNIDADE III – Condução Unidimensional em Regime Estacionário

- 3.1A Parede Plana
- 3.2 Sistemas Radiais
- 3.3 Condução com Geração de Energia Térmica
- 3.4 Transferência de Calor em Superfícies Estendidas

UNIDADE IV – Condução Bidimensional em Regime Estacionário

- 4.1 Abordagens Alternativas
- 4.2 O Método da Separação de Variáveis
- 4.3 Equações de Diferenças Finitas
- 4.4 Resolvendo as Equações de Diferenças Finitas

UNIDADE V – Condução Transiente

- 5.1 O Método da Capacitância Global
- 5.2 Validade do Método da Capacitância Global
- 5.3 Efeitos Espaciais
- 5.4 O Sólido Semi-infinito

UNIDADE VI – Introdução à Convecção

- 6.1 As Camadas-limite da Convecção
- 6.2 Coeficientes Convectivos locais e Médios
- 6.3 escoamento Laminar e Turbulento
- 6.4 As Equações de Camada-limite
- 6.5 Significado Físico dos Parâmetros Adimensionais
- 6.6 Analogias das Camadas-limite

UNIDADE VII – escoamento Externo

- 7.1 O Método Empírico
- 7.2 A Placa Plana em escoamento Paralelo
- 7.3 Metodologia para Cálculo de Convecção
- 7.4 O Cilindro em escoamento Cruzado
- 7.5 A Esfera
- 7.6 escoamento Externo Cruzado em Matrizes Tubulares

UNIDADE VIII – escoamento Interno

- 8.1 Considerações Fluidodinâmicas
- 8.2 Considerações Térmicas
- 8.3 O Balanço da Energia
- 8.4 escoamento Laminar em Tubos Circulares: Análise Térmica e Correlações da Convecção
- 8.5 Correlações da Convecção: escoamento Turbulento em Tubos Circulares

UNIDADE IX – Convecção Natural

- 9.1 Considerações Físicas
- 9.2 As Equações da Convecção Natural
- 9.3 Convecção Natural Laminar sobre uma Superfície Vertical
- 9.4 Os Efeitos da Turbulência
- 9.5 Correlações Empíricas: Convecção Natural em escoamentos Externos

UNIDADE X – Radiação – Processos e Propriedades

- 10.1 Conceitos Fundamentais
- 10.2 Intensidade de Radiação
- 10.3 Radiação de Corpo Negro
- 10.4 Emissão de Superfícies Reais
- 10.5 Absorção, Reflexão e Transmissão em Superfícies Reais
- 10.6 Lei de Kirchhoff
- 10.7 A Superfície Cinza
- 10.8 Radiação Ambiental

UNIDADE XI – Troca de Radiação entre Superfícies

11.1 O Fator de Forma

- 11.2 Troca de Radiação entre Superfícies Cinza, Difusas e Opacas em uma Cavidade

UNIDADE XII – Transferência de Massa por Difusão

- 12.1 Origens Físicas e Equações de Taxa

5. METODOLOGIA DE TRABALHO:

A proposta para o desenvolvimento desta disciplina são aulas expositivas-dialogadas, introduzindo os assuntos com problemas e aplicações gerando discussões quanto a solução dos mesmos mostrando a necessidade do conteúdo que será desenvolvido. O conteúdo será apresentado através de recursos como apresentações do *PowerPoint* com projetor, com textos, esquemas, desenhos e cálculos realizados no quadro. Na medida do possível com vídeos ilustrativos e animações didáticas. Aulas práticas serão realizadas ao longo do semestre nos módulos de condução do calor, caso os equipamentos estejam em condições de uso. No quadro serão resolvidos exemplos e exercícios. O horário de atendimento ao aluno será nas segundas-feiras das 17h30min até as 19h com marcação antecipada pelo e-mail maurogarcia@sapucaia.ifsul.edu.br.

6. AVALIAÇÃO:

A avaliação será realizada por meio de provas escritas com problemas de Transferência de calor e massa com o uso de calculadoras, fórmulas, gráficos e sem consulta que valem 90% da nota, as questões podem ser teóricas e/ou práticas (cálculos). As datas das provas estão definidas no cronograma, podendo ser mudadas ao longo do semestre conforme necessidade. As listas de exercícios devem ser resolvidas como preparação para a prova. Os demais 10% da nota final são referentes aos relatórios das aulas práticas que devem ser entregues em datas definidas posteriormente. Os relatórios não serão devolvidos. As resoluções dos problemas no quadro serão tanto exemplos como exercícios do livro texto.

7. BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

- ÇENGEL, Y. A. **Transferência de Calor e Massa: Uma abordagem prática**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2009.
- INCROPERA, F. P. et al. **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

KREITH, F.; BOHN, M. S. **Princípios de Transferência de Calor**. 1. ed. São Paulo: Thomson Pioneira, 2003.

8. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BEJAN, A.; KRAUS, A. D. **Heat Transfer Handbook**. New York: Willey Interscience, 2003.

BEJAN, A. **Heat Transfer**. New York: John Willey & Sons, 1993.

BIRD, R. B.; LIGHTFOOT, E. N.; STEWART, W. E. **Fenômenos de Transporte**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

HOLMANN, J. P. **HeatTransfer**. 10. ed. New York: McGraw-Hill, 2009.

MORAN, M J. et al. **Introdução à Engenharia de Sistemas Térmicos: Termodinâmica, Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

9. CRONOGRAMA

| | | |
|----|-------|---|
| 01 | 14/02 | - Introdução à disciplina: ementa, cronograma e bibliografia. Introdução à transferência de calor, Origens Físicas e Equações de Taxa, Condução, convecção |
| 02 | 16/02 | - Origens Físicas e Equações de Taxa: Radiação, Exigência da Conservação de Energia, Relevância da Transferência de Calor |
| 03 | 21/02 | - Exercícios |
| 04 | 23/02 | - Introdução à Condução, Equação da Taxa de Condução, As Propriedades Térmicas da Matéria, A Equação da Difusão do Calor (Difusão Térmica), Condições de contorno e Inicial |
| 05 | 02/03 | - Demonstração com o aplicativo didático <i>Transcalda</i> UFSC |
| 06 | 07/03 | - Condução Unidimensional em Regime Estacionário, A Parede Plana |
| 07 | 09/03 | - Exercícios |
| 08 | 14/03 | - Aula prática no módulo de condução linear: grupos de 4 alunos. Fazer breve relatório que deve conter: 1) Título; 2) Objetivo do experimento; 3) Descrição do experimento; 4) valores medidos experimentalmente; 5) Comparação com a teoria da Lei de Fourier; 6) conclusões |
| 09 | 16/03 | - Sistemas radiais: cilindro e esfera, exercícios |
| 10 | 21/03 | - Exercícios |
| 11 | 23/03 | - Revisão de conteúdos |
| 12 | 28/03 | - Entrega de breve relatório sobre o experimento no módulo de condução linear |
| 13 | 30/03 | - 1ª avaliação |
| | | - Condução com Geração de Energia Térmica, Transferência de Calor em Superfícies Estendidas |
| | | - Exercícios |

| | | |
|-----------|--------------|--|
| 14 | 04/04 | - Exercícios |
| 15 | 06/04 | - Exercícios - aula prática no módulo de condução radial |
| 16 | 11/04 | - Condução Bidimensional em Regime Estacionário, Abordagens Alternativas, O Método da Separação de Variáveis, Equações de Diferenças Finitas - Softwares computacionais para resolução de problemas |
| 17 | 13/04 | - Condução Transiente, O Método da Capacitância Global, Validade do Método da Capacitância Global - Exercícios |
| 18 | 18/04 | - Introdução à Convecção, As Camadas-limite da Convecção, Coeficientes Convectivos locais e Médios, Escoamento Laminar e Turbulento, As Equações de Camada-limite, Significado Físico dos Parâmetros Adimensionais, Analogias das Camadas-limite |
| 19 | 20/04 | - Revisão de conteúdos - Entrega do relatório do módulo de condução radial |
| 20 | 25/04 | - 2ª avaliação |
| 21 | 27/04 | - Aula prática no módulo de condução em superfície estendida - Escoamento Externo, O Método Empírico, A Placa Plana em Escoamento Paralelo, Metodologia para Cálculo de Convecção, O Cilindro em Escoamento Cruzado, A Esfera, Escoamento Externo Cruzado em Matrizes Tubulares |
| 22 | 02/05 | - Exercícios |
| 23 | 04/05 | - Exercícios |
| 24 | 09/05 | - Escoamento Interno, Considerações Fluidodinâmicas, Considerações Térmicas, O Balanço da Energia, Escoamento Laminar em Tubos Circulares: Análise Térmica e Correlações da Convecção, Correlações da Convecção: Escoamento Turbulento em Tubos Circulares |
| 25 | 11/05 | - Exercícios |
| 26 | 16/05 | - Convecção Natural, Considerações Físicas, As Equações da Convecção Natural, Convecção Natural Laminar sobre uma Superfície Vertical, Os Efeitos da Turbulência, Correlações Empíricas: Convecção Natural em Escoamentos Externos |
| 27 | 18/05 | - Exercícios |
| 28 | 20/05 | - Sábado letivo |
| 29 | 23/05 | - Revisão de conteúdos - Entrega do relatório do módulo de condução em superfície estendida |
| 30 | 25/05 | - 3ª avaliação |
| 31 | 30/05 | - Radiação – Processos e Propriedades, Conceitos Fundamentais, Intensidade de Radiação, Radiação de Corpo Negro |
| 32 | 01/06 | - Exercícios |
| 33 | 06/06 | - Emissão de Superfícies Reais, Absorção, Reflexão e Transmissão em Superfícies Reais, Lei de Kirchhoff, A |

| Superfície Cinza, Radiação Ambiental | | |
|--------------------------------------|-------|--|
| 34 | 08/06 | - Exercícios |
| 35 | 13/06 | - Troca de Radiação entre Superfícies, O Fator de Forma, Troca de Radiação entre Superfícies Cinza, Difusas e Opacas em uma Cavidade |
| 36 | 20/06 | - Exercícios |
| 37 | 22/06 | - Transferência de Massa por Difusão, Origens Físicas e Equações de Taxa – trabalho em aula |
| 38 | 27/06 | - Revisão de conteúdos |
| 39 | 29/06 | - 4ª avaliação |
| 40 | 04/07 | - Recuperação (conteúdos selecionados) |

PROVISÓRIO