

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 atendimento ao aluno deve ser combinado com o professor com antecedência 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 - Demonstração com o aplicativo didático <i>Transcalda</i> UFSC
05	02/03	- Condução Unidimensional em Regime Estacionário, A Parede Plana
06	07/03	- Exercícios
07	09/03	- 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
08	14/03	- Sistemas radiais: cilindro e esfera, exercícios
09	16/03	- Exercícios
10	21/03	- Revisão de conteúdos - Entrega de breve relatório sobre o experimento no módulo de condução linear
11	23/03	- 1ª avaliação
12	28/03	- Condução com Geração de Energia Térmica, Transferência de Calor em Superfícies Estendidas
13	30/03	- 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