**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: 2018/1

|  |
| --- |
| **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  2.1Equação 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 Superficies 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 no cronograma. Os relatórios não serão devolvidos. O relatório deve conter: 1) Título; 2) Objetivo do experimento; 3) Descrição do experimento; 4) valores medidos experimentalmente; 5) Comparação com a teoria; 6) conclusões. A recuperação será de todo o conteúdo do semestre.

***Legislação – Justificativa da Falta***

- *Decreto-Lei 715-69* - relativo à prestação do Serviço Militar (Exército, Marinha e Aeronáutica).

- *Lei 9.615/98* - participação do aluno em competições esportivas institucionais de cunho oficial representando o País.

- *Lei 5.869/79* - convocação para audiência judicial.

***Legislação – Ausência Autorizada (Exercícios Domiciliares)***

- *Decreto-Lei 1,044/69* - dispõe sobre tratamento excepcional para os alunos portadores de afecções que indica.

- *Lei 6.202/75* - amparo a gestação, parto ou puerpério.

- *Decreto-Lei 57.654/66* - lei do Serviço Militar (período longo de afastamento).

- *Lei 10.412* - às mães adotivas em licença-maternidade.

**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 | | 21/02 | | * Introdução à disciplina: ementa, cronograma e bibliografia. Introdução à transferência de calor, Origens Físicas e Equações de Taxa, Condução, convecção |
| 02 | | 26/02 | | * Origens Físicas e Equações de Taxa: Radiação, Exigência da Conservação de Energia, Relevância da Transferência de Calor |
| 03 | | 28/02 | | * Exercícios |
| 04 | | 05/03 | | * 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 *Transcal* da UFSC |
| 05 | | 07/03 | | * Condução Unidimensional em Regime Estacionário, A Parede Plana |
| 06 | | 12/03 | | * Exercícios |
| 07 | | 14/03 | | * Aula prática no módulo de condução linear, trabalho em grupos. |
| 08 | | 19/03 | | * Sistemas radiais: cilindro e esfera, exercícios |
| 09 | | 21/03 | | * Exercícios |
| 10 | | 26/03 | | * Revisão de conteúdos * Entrega de breve relatório sobre o experimento no módulo de condução linear |
| **11** | | **28/03** | | * **1ª avaliação** |
| 12 | | 02/04 | | * Condução com Geração de Energia Térmica, Transferência de Calor em Superfícies Estendidas |
| 13 | | 04/04 | | * Exercícios |
| 14 | | 09/04 | | * Exercícios |
| 15 | | 11/04 | | * Exercícios - aula prática no módulo de condução radial |
| 16 | | 16/04 | | * Condução Bidimensional em Regime Estacionário, Abordagens Alternativas, O Método da Separação de Variáveis, Equações de Diferenças Finitas * Softwares computacionais para resolução de problemas |
| 17 | | 18/04 | | * Condução Transiente, O Método da Capacitância Global, Validade do Método da Capacitância Global * Exercícios |
| 18 | | 23/04 | | * 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 | | 25/04 | | * Revisão de conteúdos * Entrega do relatório do módulo de condução radial |
| **20** | | **02/05** | | * **2ª avaliação** |
| 21 | | 07/05 | | * 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 | | 09/05 | | * HORÁRIO DE SEGUNDA FEIRA |
| 23 | | 14/05 | | * Exercícios |
| 24 | | 16/05 | | * 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 | | 21/05 | | * Exercícios |
| 26 | | 23/05 | | * 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 | | 28/05 | | * Exercícios |
| 28 | | 30/05 | | * Sábado letivo |
| 29 | | 04/06 | | * Revisão de conteúdos * Entrega do relatório do módulo de condução em superfície estendida |
| **30** | | **06/06** | | * **3ª avaliação** |
| 31 | | 11/06 | | * Radiação – Processos e Propriedades, Conceitos Fundamentais, Intensidade de Radiação, Radiação de Corpo Negro |
| 32 | | 13/06 | | * Exercícios |
| 33 | | 18/06 | | * Emissão de Superfícies Reais, Absorção, Reflexão e Transmissão em Superfícies Reais, Lei de Kirchhoff, A Superfície Cinza, Radiação Ambiental, Exercícios |
| 34 | | 20/06 | | * Sábado letivo |
| 35 | | 25/06 | | * Troca de Radiação entre Superfícies, O Fator de Forma, Troca de Radiação entre Superfícies Cinza, Difusas e Opacas em uma Cavidade | | |
| 36 | | 27/06 | | * Exercícios | | |
| 37 | | 02/07 | | * Transferência de Massa por Difusão, Origens Físicas e Equações de Taxa – trabalho em aula | | |
| 38 | | 04/07 | | * **4ª avaliação** | | |
| **39** | | **09/07** | | * **Recuperação de prova perdida** | | |
| **40** | | **11/07** | | * **Recuperação (conteúdos selecionados)** | | |