**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 Radiação1.2 Exigência da Conservação de Energia1.3 Relevância da Transferência de CalorUNIDADE II – Introdução à Condução2.1Equação da Taxa de Condução2.2 As Propriedades Térmicas da Matéria2.3 A Equação da Difusão do Calor (Difusão Térmica)2.4 Condições de Contorno e InicialUNIDADE III – Condução Unidimensional em Regime Estacionário3.1A Parede Plana3.2 Sistemas Radiais3.3 Condução com Geração de Energia Térmica3.4 Transferência de Calor em Superficies EstendidasUNIDADE 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 FinitasUNIDADE 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-infinitoUNIDADE 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-limiteUNIDADE 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 TubularesUNIDADE 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 CircularesUNIDADE 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 ExternosUNIDADE 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 AmbientalUNIDADE XI – Troca de Radiação entre Superfícies11.1 O Fator de Forma 11.2 Troca de Radiação entre Superfícies Cinza, Difusas e Opacas em uma CavidadeUNIDADE 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)**
 |