|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Universidade Federal de Santa Catarina**  **Centro Tecnológico**  **Departamento de Engenharia Mecânica**  **PLANO DE ENSINO** |  |

Em caráter excepcional e transitório, para substituição do ensino presencial pelo ensino não presencial, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus (COVID-19), em atenção à Portaria MEC No 544, de 16 de junho de 2020, e à Resolução Normativa No 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020.

**EMC 5425 - Fenômenos de Transporte**

**1) Identificação**

Carga horária: 72 horas-aulas teóricas

Turmas: 04212/07202/07213

Nome do professor: Emilio Ernesto Paladino, e-mail: emilio.paladino@ufsc.br

Período: 2º semestre de 2020

**2) Cursos**

202 Engenharia Elétrica

212 Engenharia de produção Civil

213 Engenharia de Produção Elétrica

**3) Requisitos**

202 Engenharia Elétrica🡪FSC5113 e FSC5122 e MTM3103 ou FSC5163 e MTM3103

212 Engenharia de produção Civil🡪FSC5002 ou FSC5137 e MTM5162 ou FSC5102 e MTM3102

213 Engenharia de Produção Elétrica🡪FSC5002 ou FSC5137 e MTM5162 ou FSC5137 e MTM3102

**4) Ementa**

Conceitos fundamentais em mecânica dos fluidos: dimensões e unidades; campos escalar, vetorial e tensorial; viscosidade; hidrostática: pressão em fluido estático; manômetros; forças sobre superfícies submersas; análise de escoamento: leis básicas para sistemas e volumes de controle; conservação da massa; equação da quantidade de movimento linear; primeira lei da termodinâmica; equação de Bernoulli; escoamento viscoso incompressível: escoamento em tubos; diagrama de Moody; perdas de cargas distribuídas e localizadas; conceitos fundamentais de transmissão de calor: dimensões e unidades; leis básicas da transmissão de calor; condução; convecção e radiação; mecanismos combinados de transmissão de calor; condução unidimensional em regime permanente: espessura crítica de isolamento; aletas, estruturas compostas; aplicações em dissipadores térmicos; difusão molecular e transporte de massa.

**5) Objetivos**

**Geral:** Compreender os princípios e conceitos básicos dos fenômenos de transferência de quantidade de movimento, calor e massa nas formas convectiva e difusiva, entendendo as principais ferramentas para a resolução de problemas de engenharia envolvendo estes fenômenos.

**Específicos:** Ao finalizar o curso, espera-se que o aluno compreenda os princípios básicos da mecânica dos meios fluidos e transferência de calor e massa, assim como as equações que governam estes princípios, principalmente, na forma integral assim como as técnicas experimentais mais utilizadas e os princípios da analise dimensional e semelhança, que permitam a aplicação de correlações empíricas para a resolução de problemas envolvendo fenômenos de transferência.

Como habilidades adquiridas, o aluno deverá: saber calcular forças sobre superfícies e corpos submersos em fluidos estáticos e imersos em correntes fluidas, vazões e perdas de carga em dutos e constrições, aplicando de forma adequada as equações de conservação da massa e energia na forma integral; avaliar distribuições de temperaturas e fluxos de calor em meios sólidos através de analise diferencial e resolver problemas de transferência de calor envolvendo convecção, difusão e radiação através de analises integrais e utilizando correlações empíricas.

Espera-se que o aluno tenha a capacidade de modelar um problema real e possa resolvê-lo, para alguns casos simples, seja em forma analítica o utilizando soluções empíricas ou semi-empíricas apresentadas na literatura através de tabelas e diagramas.

**6) Conteúdo Programático**

|  |  |
| --- | --- |
| **HA** | **Conteúdo** |
| 08 | **Unidade I – Introdução e Conceitos Fundamentais**  Apresentação; Definição de Fluido; Métodos de Análise; Hipótese do Contínuo e densidade; Dimensões e unidades; Sistemas de Unidades; Escalares, Vetores e Tensores; Tensor Tensão; Campos de Velocidades e Tensões; Relação tensão-deformação e Viscosidade; Equações constitutivas, Fluidos Newtonianos e Não-newtonianos; Tensão Superficial, ângulo de molhamento; capilaridade; Fenômenos Convectivos e Difusivos; Difusão de calor e massa; Analogia entre os fenômenos difusivos. |
| 06 | **Unidade II – Estática dos Fluidos**  Equações Básicas da Fluido-estática; Pressões Absoluta e Manométrica; Forças sobre superfícies submersas em um fluido estático, centro de pressão; Movimento dos Fluidos como Corpos Rígidos: Movimento com aceleração linear constante e movimento de rotação em torno de um eixo fixo. |
| 06 | **Unidade III – Cinemática dos Fluidos**  Referencial Lagrangeano e Euleriano. Linhas de emissão, corrente e trajetória; Gradiente de velocidade, deformação e vorticidade. Aceleração e Derivada Substantiva. Teorema do Transporte de Reynolds, relação com a derivada substantiva. |
| 02 | **1o TRABALHO AVALIATIVO SEMANA 5** |
| 08 | **Unidade IV – Equações de Conservação: Forma Integral**  Equações Integrais da Conservação de Massa, Quantidade de Movimento e da Energia (Primeira Lei da Termodinâmica); Equação de Bernoulli. |
| 06 | **Unidade V – Equações de Conservação: Forma Diferencial**  Equações Diferenciais da Conservação de Massa, e da Quantidade de Movimento. Equação da Condução de Calor. |
| 06 | **Unidade VI – Analise dimensional e Estudo de Similaridade**  Teorema Pi de Buckingham; Determinação dos Grupos Adimensionais Importantes na Mecânica dos Fluidos; Adimensionalização das Equações Governantes; Escoamentos Semelhantes e Estudos em Modelos reduzidos. Números adimensionais comuns na mecânica dos fluídos e transferência de calor. |
| 02 | **2o TRABALHO AVALIATIVO SEMANA 11** |
| 08 | **Unidade VII – Transmissão de calor por condução**  Introdução à Transferência de Calor: Conceitos fundamentais em transmissão de calor. Leis básicas da transmissão de calor; condução, convecção e radiação; Condução 1D em regime permanente. Condução com fontes. Superfícies aletadas. Condução transiente: O método da capacitância Global. |
| 06 | **Unidade VIII – Escoamento Externo**  Introdução à Convecção; Camada Limite Hidrodinâmica e Térmica. Coeficiente de Transferência de Calor; Escoamento Laminar, solução de Blasius. Forças sobre corpos submersos; Camada limite com gradiente de pressão adverso; Descolamento de camada limite; Arraste e Sustentação; |
| 06 | **Unidade IX – Escoamento Interno**  Velocidade e temperatura médias. Entrada Térmica e hidrodinâmica. Escoamento laminar de fluidos viscosos; Introdução à turbulência; Cálculo das perdas de carga; Cálculo do fator de atrito; Efeito da rugosidade; Aplicação da equação da energia unidimensional; Problemas de escoamentos de fluidos em tubulações. Transferência de calor em tubos. |
| 02 | **3o TRABALHO AVALIATIVO SEMANA 16** |
| 02 | **TRABALHO AVALIATIVO DE RECUPERAÇÃO** |

**7) Metodologia**

Os conteúdos serão ministrados através de aulas expositivas com discussões e resolução de exercícios. Será utilizado material complementara ser disponibilizado no Moodle como videoaulas, materiais de leitura e vídeos explicativos sobre processo envolvendo fenômenos de transporte. Os alunos deverão resolver exercícios sugeridos cuja solução poderá ser discutida durante as aulas ou horários de atendimento do professor.

**Metodologia especifica para o período de ensino não presencial**

* Os principais conteúdos serão abordados através de videoaulas elaboradas pelo professor da disciplina.
* **Cada videoaula, com duração entre 50 a 90 minutos, corresponderá a conteúdo equivalente de 2 a 3 h.a. na modalidade presencial**, dependendo do tópico a ser abordado.
* Será realizada **uma** aula síncrona semanal através da ferramenta MCONF no Moodle, **com duração de 2 h.a.**, onde serão revisados e discutidos os conteúdos das videoaulas e resolvidos exemplos de aplicação dos conceitos.
* As aulas **síncronas** poderão ser gravadas para posterior consulta. No entanto, a presença somente será computada se o aluno estiver presente na forma síncrona, uma vez que os objetivos nesses momentos é a **interação** entre professor e alunos.
* Os alunos deverão assistir as videoaulas correspondentes para cada semana antes da aula síncrona correspondente.
* Durante as aulas síncronas, poderão ser esclarecidas dúvidas sobre a resolução dos exercícios sugeridos nas listas de exercícios.

**8) Avaliação**

**Metodologia especifica de avaliação para o período de ensino não presencial:**

🢡 Durante o período de ensino não presencial, o processo de avaliação de aprendizado se dará através de trabalhos avaliativos, nos quais os alunos deverão resolver exercícios de forma **individual** e com consulta ao material bibliográfico, conforme cronograma apresentado na tabela acima.

🢡 **Será dado um prazo de 180 minutos em total para tal resolução. Este prazo inclui o download da avaliação, sua resolução e upload da mesma no Moodle.** O momento de realização dos trabalhos avaliativos **incluirá** o horário de aula da disciplina, de forma a evitar possíveis conflitos de horário com outras disciplinas. A critério do professor e dependendo da disponibilidade de tempo síncrono, os trabalhos avaliativos poderão ser defendidos de forma **oral e individual** pelos alunos.

🢡 Estará aprovado o aluno com média igual ou superior a 6,0 (seis) nos trabalhos avaliativos

🢡 Terá direito a realizar a prova de recuperação o aluno com média igual ou superior a 3,0 (três).

🢡 A prova de recuperação consistirá em um trabalho avaliativo sobre todo o conteúdo da disciplina a ser também defendido de forma oral.

A frequência será computada através das aulas síncronas.

**9) Cronograma**

Será realizada uma aula síncrona semanal nas 4as feiras das 14:20h as 16:00h (T 07202) e 4as feiras das 7:30h as 9:10h (T 04212/07213) onde serão discutidos os conteúdos das aulas assíncronas e resolução de exercícios.

Os conteúdos dessas aulas seguirão os Conteúdos Programáticos e serão detalhados no MOODLE.

As avaliações serão realizadas nas semanas 05, 11 e 16 do semestre.

**10) Bibliografia Básica**

1. Çengel, Y & Cimbala, J., *Mecânica dos Fluidos: Fundamentos e Aplicações*, Mc Graw-Hill, Rio de Janeiro
2. Çengel, Y.A. Transferência de Calor e Massa: Uma Abordagem Prática, 3ª Edição, Editora McGrawHill, 2009. 🡪 "CHT"

**Serão disponibilizadas no Moodle as seções com os conteúdos específicos dos livros acima, necessários para o acompanhamento da disciplina.**

**11) Bibliografia Complementar**

1. Fox, R. W & McDonald, T. , *Introdução à mecânica dos Fluidos*, 6ª ed., LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro. **🡪 "FOX"**
2. Incropera, F. P.& De Witt, D., *Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa*, 6a edição, 2008, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro **🡪 "INC"**