



PLANO DE ENSINO

CURSO	ENGENHARIA AMBIENTAL	MATRIZ	03
--------------	-----------------------------	---------------	----

FUNDAMENTAÇÃO LEGAL	Resolução n.º 92/2007 – COEPP de 19 de outubro de 2007, Portaria de Autorização MEC n.º 393, de 20 DE ABRIL DE 2010. Portaria de Reconhecimento INEP/MEC, n.º 270, de 13 de dezembro de 2012.
----------------------------	---

DISCIPLINA/UNIDADE CURRICULAR	CÓDIGO	PERÍODO	CARGA HORÁRIA (horas)		
			AT	AP	Total
FENÔMENOS DE TRANSPORTE 2	EB66E	6º	30	15	45

AT: Atividades Teóricas, AP: Atividades Práticas.

PRÉ-REQUISITO	FÍSICA 2 E MATEMÁTICA 2
EQUIVALÊNCIA	Não há

OBJETIVOS

Fornecer base científica, teórica e experimental, para atuação em análises e mitigação de impactos ambientais na dimensão dos sistemas térmicos.

EMENTA

Transferência de calor. Condução unidimensional em regime permanente. Convecção. Convecção forçada. Convecção natural. Radiação. Condensação. Ebulição. Trocadores de Calor. Ar condicionado.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

ITEM	EMENTA	CONTEÚDO
1	Transferência de calor	Introdução. Condução. Lei de Fourier. Convecção. Camada limite térmica. Lei de resfriamento de Newton. Radiação. Lei de Stefan- Boltzmann. Balanço de energia
2	Condução unidimensional em regime permanente	Condutividade térmica. Equação de difusão de calor. Condições iniciais e de contorno. A parede plana. Resistência térmica. Parede composta. Sistemas radiais. Condução com geração de energia térmica.
3	Convecção	O problema de transferência de calor por convecção. Camadas limite de convecção. escoamentos laminar e turbulento. Equações da camada limite. Equações normalizadas da transferência por convecção. Analogias entre as camadas limites. Efeitos da turbulência.
4	Convecção forçada	Escoamento externo. O método empírico. Placa plana com escoamento paralelo. Metodologia para cálculos de convecção. O cilindro no escoamento transversal. Escoamento interno. Considerações hidrodinâmicas. Considerações térmicas. O Balanço de energia.
5	Convecção natural	Considerações físicas. As equações da convecção natural. Considerações de similaridade. Convecção livre laminar em uma superfície vertical. Os efeitos da turbulência. Convecção natural em escoamentos externos.
6	Radiação	Conceitos fundamentais. Intensidade da radiação. Radiação de corpo negro. Emissão de superfícies. Absorção, reflexão e transmissão em superfícies. Lei de Kirchhoff. A superfície cinza. Radiação ambiental

7	Ebulição e condensação	Parâmetros adimensionais na ebulição e na condensação. Modos de ebulição. Ebulição em vasos. Condensação. Mecanismos físicos.
8	Trocadores de calor	Tipos de trocadores de calor. Coeficiente global de transferência de calor. Média logarítmica das diferenças de temperatura.
9	Ar condicionado	Componentes do ar condicionado. Classificação. Cálculo da carga térmica.

PROFESSOR	TURMA
AULUS ROBERTO ROMÃO BINELI	EA61

ANO/SEMESTRE	CARGA HORÁRIA (aulas)					
	AT	AP	APS	AD	APCC	Total
2017/01	29	28	03	-	-	60

AT: Atividades Teóricas, AP: Atividades Práticas, APS: Atividades Práticas Supervisionadas, AD: Atividades a Distância, APCC: Atividades Práticas como Componente Curricular.

DIAS DAS AULAS PRESENCIAIS						
Dia da semana	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Número de aulas no semestre (ou ano)	57					

PROGRAMAÇÃO E CONTEÚDOS DAS AULAS (PREVISÃO)		
Dia/Mês ou Semana ou Período	Conteúdo das Aulas	Número de Aulas
07/08	Apresentação da disciplina, ementa e forma de avaliação. Introdução à transferência de calor. Importância da transferência de calor. Condução.	3
14/08	Convecção. Radiação. Conservação de energia. Propriedades térmicas da matéria.	3
21/08	Equação de difusão de calor. Condições iniciais e de contorno.	3
28/08	A parede plana. Resistência térmica. Parede composta. Sistemas radiais.	3
04/09	Condução com geração de energia térmica.	3
11/09	O problema de transferência de calor por convecção. Camadas limite de convecção. escoamentos laminar e turbulento.	3
18/09	Escoamentos laminar e turbulento. Equações da camada limite. Equações normalizadas da transferência por convecção. Efeitos da turbulência.	3
25/09	Semana de Tecnologia e Meio Ambiente (STMA) – Atividade classe	3
02/10	Primeira avaliação (prova escrita). Entrega da APS 1.	3
09/10	Escoamento externo. O método empírico. Placa plana com escoamento paralelo. Metodologia para cálculos de convecção. O cilindro no escoamento transversal.	3
16/10	*Aula Prática. Estudo de condução em barras metálicas. Estudo de convecção forçada em túnel de vento.	3
23/10	Período de Realização do SICITE e do SEI	3
30/10	Escoamento interno. Considerações hidrodinâmicas. Considerações térmicas. O Balanço de energia. Considerações físicas.	3
06/11	As equações da convecção natural. Considerações de similaridade. Convecção livre laminar em uma superfície vertical. Os efeitos da turbulência. Convecção natural em escoamentos externos.	3
13/11	Conceitos fundamentais. Intensidade da radiação. Radiação de corpo negro. Emissão de superfícies. Absorção, reflexão e transmissão em superfícies. Lei de Kirchhoff. A superfície cinza. Radiação ambiental.	3
20/11	Tipos de trocadores de calor. Coeficiente global de transferência de calor. Modos de ebulição. Ebulição em vasos. Condensação. Mecanismos físicos. Componentes do ar condicionado. Classificação. Cálculo da carga térmica.	3

PROGRAMAÇÃO E CONTEÚDOS DAS AULAS (PREVISÃO)		
Dia/Mês ou Semana ou Período	Conteúdo das Aulas	Número de Aulas
27/11	Segunda avaliação (prova escrita). Entrega da APS 2.	3
04/12	Considerações gerais sobre transferência de calor.	3
11/12	Exame de recuperação.	3
Total		57

PROCEDIMENTOS DE ENSINO

AULAS TEÓRICAS

Aula expositiva e dialogada com auxílio de lousa e recursos multimídia.

As técnicas de ensino empregadas nas aulas teóricas serão constituídas de aulas expositivas e expositivo-dialogadas associadas a estudos dirigidos individuais e em grupo. Serão utilizados como materiais de recursos didáticos data-show, quadro e textos.

AULAS PRÁTICAS

As práticas desta disciplina envolverão experimentos em laboratório.

As atividades serão realizadas em grupo. Na primeira atividade os alunos realizarão medições de temperatura ao longo de barras metálicas com auxílio de termopares a fim de compreender os fenômenos envolvendo a transferência de calor por condução em diferentes materiais. Na segunda atividade serão realizados ensaios e medições a respeito de convecção forçada em um túnel de vento.

ATIVIDADES PRÁTICAS SUPERVISIONADAS

Resolução de listas de exercícios e entrega de relatórios das aulas práticas.

ATIVIDADES À DISTÂNCIA

Não há.

ATIVIDADES PRÁTICAS COMO COMPONENTE CURRICULAR

Não há.

PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO

Os alunos serão avaliados por meio de provas escritas e atividades práticas.

Os alunos serão avaliados por meio de provas escritas e atividades práticas, cada qual com seu peso, conforme descrito abaixo:

- Avaliações individuais e sem consulta (80%);
- Atividades práticas supervisionadas (APS) (20%);

Todas as avaliações e atividades práticas supervisionadas terão valor máximo de 10 pontos. Serão duas avaliações escritas (AE1 e AE2) com peso 8,0 e duas atividades práticas supervisionadas (APS1 e APS2) com peso 2,0. Desta forma, as notas parciais (A1 e A2) serão:

$$A1 = AE1 \times 0,8 + APS1 \times 0,2$$

$$A2 = AE2 \times 0,8 + APS2 \times 0,2$$

A média final (MF) do semestre será calculada como a média aritmética das notas parciais:

$$MF = (A1 + A2) / 2$$

Somente será considerado aprovado o aluno que obtiver MF maior ou igual a 6,0 (seis). O aluno obtiver média final menor que 6,0 e tiver 75% de presença terá direito a realizar um exame de recuperação.

O exame de recuperação será no final do semestre e englobará todo conteúdo. A nota do exame (NE) terá o valor máximo de 10 pontos e a média final de recuperação (MF2) será calculada conforme descrito:

$$MF2 = (MF + NE) / 2$$

REFERÊNCIAS

Referências Básicas:

INCROPERA, Frank P. et al. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2008. xix, 643 p. + CD-ROM ISBN 8521613784. [21 exemplares]
KREITH, Frank; BOHN, Mark. **Princípios de transferência de calor**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2003. xxi, 623, 118, 17 p. ISBN 85-221-0284-8. [10 exemplares]
ÇENGEL, Yunus A. **Transferência de calor e massa: uma abordagem prática**. 3. ed. São Paulo, SP: McGraw-Hill, 2009. 902 p. ISBN 9788577260751. [20 exemplares]

Referências Complementares:

BRAGA FILHO, Washington. **Fenômenos de transporte para engenharia**. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2006. xiii, 481 p. ISBN 8521614721. [8 exemplares]
BEJAN, Adrian; TSATSARONIS, George; MORAN, Michael. **Thermal design and optimization**. New York: J. Wiley, 1996. xv, 542 p. ISBN 0-471-58467-3. [6 exemplares]
ROMA, Woodrow Nelson Lopes. **Fenômenos de transporte para engenharia**. 2.ed. São Carlos, SP: RIMa, 2006. 276 p. ISBN 8576560860. [22 exemplares]
SHAPIRO, Howard N.; MORAN, Michael J.; MUNSON, Bruce Roy; DEWITT, David P. **Introdução à engenharia de sistemas térmicos: termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor**. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2005. 604 p. ISBN 8521614462. [3 exemplares]
MOREIRA, José R Simões. **Notas de Aula de Processos de Transferência de Calor**. São Paulo, SP. Escola Politécnica da USP. Lab. de Sistemas Energéticos Alternativos (SISEA). [disponível on line: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1881881/mod_resource/content/0/apostila.pdf]
BRAGA FILHO, Washington. **Transmissão de calor**. São Paulo: Pioneira, 2004. 614 p. ISBN 8522103747. [1 exemplar]

ORIENTAÇÕES GERAIS

Resolução Nº 060/16-COGEP, de 27 de julho de 2016.

Art. 35 - A aprovação nas disciplinas presenciais dar-se-á por Nota Final, proveniente de avaliações realizadas ao longo do semestre letivo, e por frequência.

§ 2.o - O número de avaliações, suas modalidades e critérios devem ser explicitados no Plano de Ensino da disciplina/unidade curricular.

§ 4. o - Para possibilitar a recuperação do aproveitamento acadêmico, o professor deverá proporcionar reavaliação ao longo e/ou ao final do semestre letivo.

§ 5º - Considerar-se-á aprovado nas disciplinas presenciais, o aluno que tiver frequência/participação igual ou superior a 75% (setenta e cinco por cento) e Nota Final igual ou superior a 6,0 (seis), consideradas todas as avaliações previstas no Plano de Ensino.

Art. 36 - A nota de cada avaliação deverá ser divulgada pelo professor com antecedência mínima de 3 (três) dias úteis da data marcada para a próxima avaliação.

Art. 37 - No caso do aluno perder alguma avaliação presencial e escrita, por motivo de doença ou força maior, poderá requerer uma única segunda chamada por avaliação, no período letivo.

§ 1.º - O requerimento, com documentação comprobatória, deverá ser protocolado junto ao Departamento de Registros Acadêmicos até 5 (cinco) dias úteis após a realização da avaliação.

§ 2.º - A análise do requerimento será feita pela Coordenação do Curso ou Chefia do Departamento Acadêmico ao qual a disciplina está vinculada, cujo resultado será comunicado ao professor da disciplina, com homologação da Diretoria de Graduação e Educação Profissional.

§ 3.º - O professor definirá os conteúdos e a data da avaliação.

§ 4.º - A nota da segunda chamada das avaliações realizadas na última semana do período letivo e não lançadas até o fechamento do período letivo, deverão seguir procedimento definido pela Diretoria de Graduação e Educação Profissional.

Art. 39 - É assegurado ao aluno o direito à revisão das avaliações, por meio de requerimento, devidamente justificado, protocolado junto ao Departamento de Registros Acadêmicos em até 5 (cinco) dias úteis após a publicação do resultado.

Assinatura do Professor

Assinatura do Coordenador do Curso

