



PLANO DE ENSINO – 2020/2

IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:				
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	TURMA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS	TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
EQA5331	Operações Unitárias de Transferência de Calor I	07216	04	72

PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)	CONTATO
Germán Ayala Valencia	g.ayala.valencia@ufsc.br
Wilson D. C. Chacon (estagiário em docência)	caicedo.chacon@posgrad.ufsc.br

PRÉ-REQUISITO(S)	
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
EQA5416	Fenômenos de Transferência II

EQUIVALENTES
ENQ1331 ou ENQ5331

CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA
ENGENHARIA QUÍMICA

EMENTA
Operações Unitárias da Indústria Química envolvendo fenômenos de transferência de calor (trocadores de calor, evaporadores, geração de vapor, combustão e refrigeração).

OBJETIVOS
GERAL: Ao final do curso o aluno deverá estar apto a dimensionar e selecionar equipamentos que envolvam a transmissão de calor.
ESPECÍFICOS: O aluno deverá estar apto a: <ul style="list-style-type: none">- Dimensionar e selecionar trocadores de calor de tubos duplos;- Dimensionar e selecionar trocadores de calor de casco e tubos;- Ter noções de dimensionamento de trocadores de calor a placas;- Dimensionar e selecionar evaporadores de simples e de múltiplo efeito;- Dimensionar e selecionar geradores de vapor;- Identificar diferentes combustíveis utilizados na indústria e realizar cálculos estequiométricos de combustão; e- Identificar ciclos de refrigeração e aplicações.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO
1- Princípios de análise dimensional aplicados ao mecanismo de transferência de calor por convecção. Obtenção dos grupos adimensionais relevantes do fenômeno.
2- Correlações para o coeficiente de película no interior de tubos e ânulo para escoamento laminar e turbulento. Coeficiente global de transmissão de calor. Coeficiente pelicular de controle. Determinação da média logarítmica da diferença de temperatura contra-corrente e paralelo. Recuperação de calor em contracorrente. Temperatura calórica e temperatura da parede do tubo.

3- Trocadores com tubo duplo: coeficientes peliculares; diâmetro equivalente; fatores de incrustação. Queda de pressão em tubos e ânulos. Trocadores com tubo duplo com ligações em série e em paralelo. Verdadeira diferença de temperatura para ligações em série e em paralelo. Correção de viscosidade.

4- Trocadores com tubos e carcaça. Chicanas. Espaçamentos dos tubos. Diâmetro equivalente. Coeficiente de película. Verdadeira diferença de temperatura em trocadores 1-2. Queda de pressão no interior dos tubos e na carcaça. Trocadores usando água. Vapor como meio aquecedor. Trocadores a placas.

5- Geradores de vapor. Combustíveis. Equipamentos utilizados em processos com chamas. Produção de calor. Distribuição de vapor.

6- Evaporadores. Tipos e aplicações. Transferência de calor nos evaporadores. Capacidade e economia de evaporadores de simples e múltiplos efeitos. Equipamentos auxiliares. Projeto Térmico de Evaporadores.

Aula	Conteúdo
01/02	Apresentação da disciplina e do plano de ensino. Estudo dos princípios de transferência de calor (aula assíncrona)
03/02	Estudo dos princípios de transferência de calor
08/02	Trocadores de calor: tipos de equipamentos e coeficiente global de transferência de calor (aula assíncrona)
10/02	Trocadores de calor: fator de incrustação (aula assíncrona)
15/02	<i>Dia não letivo - Ponto facultativo - Carnaval</i>
17/02	Trocadores de calor: método da diferença de temperatura média logarítmica (aula assíncrona)
22/02	Trocadores de calor: método da efetividade - NTU (aula assíncrona)
24/02	Trocadores de calor a placas (aula assíncrona)
01/03	Trocadores de calor com tubo duplo (aula assíncrona)
03/03	Trocadores de calor com tubo e carcaça (aula assíncrona)
08/03	Seleção de trocadores de calor e queda de pressão (aula assíncrona)
10/03	Avaliação sobre trocadores de calor
15/03	Evaporadores: tipos de equipamentos (aula assíncrona)
17/03	Evaporadores: elevação do ponto de ebulição de uma solução (aula assíncrona)
22/03	Evaporadores: coeficiente global de troca térmica (aula assíncrona)
24/03	Evaporadores de simples e múltiplos efeitos (aula assíncrona)
29/03	Evaporadores de simples e múltiplos efeitos (aula assíncrona)
31/03	Avaliação sobre evaporadores
05/04	Combustão: definição de combustível e tipos de combustão (aula assíncrona)
07/04	Combustão: cálculo estequiométrico da combustão (aula assíncrona)
12/04	Combustão: gases residuais/fumos (aula assíncrona)
14/04	Combustão: poder calorífico superior e inferior (aula assíncrona)
19/04	Geradores de vapor: principais constituintes, tipos de caldeiras, eficiência de um gerador de vapor (aula assíncrona - estagiário em docência)
21/04	<i>Dia não letivo - Tiradentes</i>
26/04	Geradores de vapor: reaproveitamento do condensado (aula assíncrona - estagiário em docência)
28/04	Refrigeração: refrigerantes (aula assíncrona - estagiário em docência)
03/05	Refrigeração: ciclos de refrigeração e aplicações (aula assíncrona - estagiário em docência)
05/05	Refrigeração: exercícios (aula assíncrona - estagiário em docência)



10/05	Avaliação sobre combustão, geradores de vapor e refrigeração
12/05	Avaliações faltantes (2.a chamada)
17/05	Avaliação de recuperação
19/05	Correção das avaliações e divulgação das notas finais

METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Sistema de comunicação: a comunicação com os alunos será pelo ambiente virtual de ensino e aprendizagem do Moodle.

Aulas síncronas: as aulas síncronas serão realizadas pelo Conferência Web ou pelo Google Meet orientadas a recapitular os conteúdos e sanar as dúvidas dos alunos.

Atividades assíncronas: aula expositiva previamente gravada e disponibilizada aos alunos pelo Moodle e Youtube.

Modelo de tutoria a distância: para as atividades assíncronas o professor será o tutor.

Identificação do controle de frequência das atividades: Presença nas atividades síncronas será computada pelo acesso online. Presença nas atividades assíncronas será computada pela participação no Fórum do Moodle.

METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A avaliação quantitativa será realizada em 5 momentos distintos durante o decorrer do semestre letivo:

- Entrega dos trabalhos propostos durante as aulas remotas (A1).
- Realização de uma primeira prova via Moodle sobre os conteúdos abordados em sala de aula (A2).
- Realização de uma segunda prova via Moodle sobre os conteúdos abordados em sala de aula (A3).
- Realização de uma terceira prova via Moodle sobre os conteúdos abordados em sala de aula (A4).

Será aprovado o aluno que obtiver nota igual ou superior a 6,0 (seis virgula zero) e tiver presença mínima de 75% (setenta e cinco por cento, aulas síncronas e assíncronas). Onde a nota final (NF) será:

$$NF = 0,25*A1 + 0,25*A2 + 0,25*A3 + 0,25*A4$$

Sendo:

- A1: Avaliação 1.
- A2: Avaliação 2.
- A3: Avaliação 3.
- A4: Avaliação 4.

O aluno com frequência suficiente ($\geq 75\%$, aulas síncronas e assíncronas) e média das notas de avaliações do semestre entre 3,0 (três virgula zero) e 5,5 (cinco virgula cinco) terá direito a uma nova avaliação que será composta por todas as temáticas vistas na disciplina.

Será aprovado o aluno que obtiver nota igual ou superior a 6,0 e tiver presença mínima em 75% das aulas programadas.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

As notas de aula, apresentações, slides, vídeos, referências, entre outros, será disponibilizado pelo professor posteriormente, garantindo o acesso do estudante a material adequado.

Bicca. Modelagem hierárquica de trocadores de calor casco e tubos. Dissertação, USP. 2020. Material de acesso aberto: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp047393.pdf>.

Lopes. Desenvolvimento de um sistema gerador de calor com opção para aquecimento direto e indireto de ar. Tese de doutorado. UFV. 2002. Material de acesso aberto: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9473/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Química
e Engenharia de Alimentos



Oliveira. Refrigeração e Cadeia do Frio para Alimentos. USP. 2020. Material de acesso aberto: <https://repositorio.usp.br/item/002998153>.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

Sites para consultas de periódicos: SCIENCE DIRECT, WEB OF SCIENCE, SCIELO.

OBSERVAÇÕES

O atendimento aos alunos será realizado nas quintas-feiras das 14:00 às 17:00 h via Web conferência.

Assinatura do Professor

Assinatura do Chefe do
Departamento