

Unidade Curricular	Fenómenos de Transferência I		Área Científica	Termodinâmica e Fenómenos de Transferência	
Licenciatura em	Engenharia Química		Escola	Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança	
Ano Letivo	2019/2020	Ano Curricular	2	Nível	1-2
Tipo	Semestral	Semestre	2	Créditos ECTS	6.0
Código			9125-326-2202-00-19		
Horas totais de trabalho	162	Horas de Contacto	T	30	TP
			PL	30	TC
			S	-	E
			OT	-	O

T - Ensino Teórico; TP - Teórico Prático; PL - Prático e Laboratorial; TC - Trabalho de Campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação Tutoria; O - Outra

Nome(s) do(s) docente(s) Hélder Teixeira Gomes

### Resultados da aprendizagem e competências

No fim da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. Demonstrar a aquisição de conhecimento sobre os conceitos básicos envolvidos nos processos de transferência de calor
2. Formular e resolver problemas de condução de calor unidimensional em estado estacionário aplicados a Engenharia Química e Biológica. Reconhecer a importância da transferência de calor em alhetas
3. Formular e resolver problemas de condução de calor unidimensional em estado transiente aplicados a Engenharia Química e Biológica. Reconhecer o significado físico do número de Biot
4. Identificar e utilizar correlações para a determinação de coeficientes convectivos de transferência de calor por convecção natural e forçada
5. Reconhecer a importância da utilização de permutadores de calor em processos industriais de Engenharia Química e Biológica. Projetar permutadores de calor
6. Recordar a natureza da radiação térmica. Formular e resolver problemas de transferência de calor por radiação

### Pré-requisitos

Antes da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. Dominar os resultados de aprendizagem adquiridos nas unidades curriculares de Matemática
2. Dominar os fundamentos em ciências de engenharia
3. Dominar o estabelecimento de balanços de massa e energia
4. Dominar a utilização de meios informáticos

### Conteúdo da unidade curricular

Fundamentos da Transferência de Calor. Condução de Calor em Estado Estacionário. Conceito de Resistência Térmica. Sistemas com e sem Geração Interna de Energia. Alhetas. Condução de Calor em Estado Transiente. Sistemas com Resistência Interna Desprezável e não Desprezável. Transferência de Calor por Convecção. Correlações para a Determinação de Coeficientes Convectivos de Transferência de Calor. Projeto de Permutadores de Calor. Transferência de Calor por Radiação.

### Conteúdo da unidade curricular (versão detalhada)

1. Fundamentos da Transferência de Calor
  - Condução
  - Lei de Fourier para a condução de calor
  - Convecção
  - Lei de Newton para a transferência de calor por convecção
  - Radiação
  - Lei de Stefan-Boltzmann para a radiação térmica
2. Condução de Calor em Estado Estacionário
  - Condução ao longo de uma coordenada espacial. Condução em placas planas, cilindros e esferas
  - Conceito de resistência térmica. Analogia com a teoria dos circuitos elétricos
  - Condução de calor em série e em paralelo. Resistência térmica para a convecção
  - Condução e convecção em simultâneo. Coeficiente global de transferência de calor
  - Resistência térmica de contacto
  - Condução em sistemas com geração interna de energia. Placa plana com geração homogénea de energia
  - Cilindro e esfera com geração homogénea de energia
  - Alhetas. Alheta retangular com secção reta constante
  - Alheta circular de espessura constante. Eficiência da alheta.
  - Determinação da eficiência de alhetas por métodos gráficos. Eficiência de superfícies alhetadas
3. Condução de Calor em Estado Transiente
  - Capacidade calorífica. Resistências interna e externa
  - Número de Biot. Sistemas com resistência interna desprezável e sem geração interna de energia
  - Materiais condutores com geração interna de energia e dissipação por convecção
  - Segunda lei de Fourier. Aplicação a sistemas com diferentes geometrias e condições fronteira
  - Placa semi-infinita
  - Placa finita
  - Resolução de problemas por intermédio da transformada de Laplace e método da separação de variáveis
  - Cilindro com as faces expostas à convecção
  - Esfera exposta à convecção
4. Transferência de Calor por Convecção
  - Transferência de calor por convecção
  - Coeficiente local de transferência de calor por convecção
  - Números de Reynolds, Nusselt e Prandtl
  - Coeficiente médio de transferência de calor por convecção: correlações
5. Permutadores de Calor
  - Tipos de permutadores de calor
  - Balanços energéticos
  - Equação geral dos permutadores de calor
  - Coeficiente global de transferência de calor
  - Temperatura média logarítmica
  - Permutadores em contracorrente e em cocorrente
  - Cálculo da eficiência de um permutador de calor
  - Projeto de permutadores de calor
6. Transferência de Calor por Radiação
  - Natureza da radiação. Radiação térmica
  - Refletividade, absorvidade e transmitividade. Características direcionais e espectrais.
  - Corpos negros. Lei de Planck
  - Lei de Wien. Lei de Stefan-Boltzmann
  - Intensidade. Poder emissivo
  - Irradiação. Radiosidade
  - Emissividade. Lei de Kirchhoff.

**Conteúdo da unidade curricular (versão detalhada)**

- Superfícies cinzentas
- Transferência de calor por radiação entre corpos negros. Fatores de forma
- Transferência de calor por radiação entre superfícies cinzentas

**Bibliografia recomendada**

1. Introduction to Heat Transfer, F. P. Incropera, D. P. DeWitt, T. L. Bergman, A. S. Lavine, Wiley, 5th edition, 2007.
2. Transferencia de Calor, Y. A. Çengel, McGraw-Hill, segunda edición, 2003.
3. Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa, F. P. Incropera, D. P. DeWitt, LTC, quarta edição, 1996.
4. Heat Transfer, J. P. Holman, McGraw-Hill, 8th edition, 1997.
5. Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, J. R. Welty, C. E. Wicks, R. E. Wilson, G. L. Rorrer, Wiley, 5th edition, 2008.

**Métodos de ensino e de aprendizagem**

Aulas teóricas: Exposição teórica dos conceitos envolvidos nos processos de transferência de calor, sua discussão e apresentação de exemplos práticos. Aulas práticas: Resolução acompanhada de exercícios de aplicação e análise crítica dos resultados obtidos. Período não-presencial: Estudo da matéria dada, acompanhada de leitura de bibliografia, resolução de exercícios e trabalhos para casa.

**Alternativas de avaliação**

1. Alternativa 1 - (Ordinário, Trabalhador) (Final)
  - Trabalhos Práticos - 15% (Trabalhos para casa: exercícios de aplicação abrangendo os tópicos lecionados nas horas de contacto)
  - Prova Intercalar Escrita - 35% (1º Exame: realizado na semana 7 ou 8)
  - Exame Final Escrito - 50% (2º Exame: realizado na época de avaliação, semana 17 ou 18 (exame global))
2. Alternativa 2 - (Ordinário, Trabalhador) (Recurso, Especial)
  - Exame Final Escrito - 100%
3. Alternativa 3 - (Trabalhador) (Final, Recurso, Especial)
  - Exame Final Escrito - 100%

**Língua em que é ministrada**

Inglês

**Validação Eletrónica**

Hélder Teixeira Gomes	Simão Pedro de Almeida Pinho	Ramiro José Espinheira Martins	Paulo Alexandre Vara Alves
23-02-2020	23-02-2020	24-02-2020	27-03-2020