



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS



PLANO DE CURSO
2102011 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR E MASSA (2016.2 - T01)

METODOLOGIA DE ENSINO E AVALIAÇÃO

Metodologia: - Aulas teóricas na lousa e com slides; - Resolução de exercícios em sala de aula; - Lista de exercícios para resolução; - Trabalho para defesa junto ao professor.

Procedimentos de Avaliação da Aprendizagem: Nota 1 = Introdução à Transferência de Calor Nota 2 = Transferência de Calor por Condução Nota 3 = Transferência de Calor e de Massa por Convecção Nota 4 = Transferência de Massa por Difusão Média final = $[N1 + N2 + N3 + N4] / 4$ (Média aritmética)

Horário de atendimento:

PROGRAMA DO COMPONENTE CURRICULAR

Ementa:

Objetivos: Propiciar aos alunos o conhecimento dos princípios e das equações fundamentais que regem a transferência de calor de massa por condução (difusão) e por convecção. Dando ênfase ao campo da engenharia de energias renováveis.

Conteúdo: EMENTA: Mecanismos físicos da transmissão de calor e de massa. A equação geral da condução e tipos de condições de contorno. Condução unidimensional em regime permanente: paredes compostas, conceito de resistência térmica, sistemas com geração de calor, aletas. Condução bidimensional em regime permanente: solução pelo método da separação das variáveis. Condução transiente: o método da capacitância global; soluções exatas e simplificadas da equação da condução e representações gráficas; problemas bi e tridimensionais. O método dos volumes finitos aplicado a problemas transientes e estacionários de condução. Equações governantes da convecção; conceito da camada limite; efeitos da turbulência; transporte de calor e massa em escoamentos externos e internos; convecção natural; ebulição e condensação; trocadores de calor. Transporte de massa por difusão.

----- PROGRAMA: Unidade 1: Introdução Definição, campo de aplicação e importância da transferência de calor. 1.1. Termodinâmica e Transferência de Calor: Apresentar as diferenças fundamentais entre a termodinâmica e a transferência de calor. Esta última sendo apresentada como uma extensão da primeira. 1.1.1. Relação da Transferência de Calor com a Primeira e Segunda Lei da Termodinâmica 1.1.2. Relevância da transferência de calor 1.1.3. Análise de problemas de transferência de calor: apresentar um procedimento sistemático para a resolução de problemas de transferência de calor. 1.2. A Exigência da Conservação de Energia 1.2.1. Formas de energia: apresentar as diversas formas de energias presentes em um sistema. Conceito de energia interna, cinética e potencial. 1.2.2. Energia transportada pela matéria em movimento (advecção) 1.2.3. A Primeira Lei da Termodinâmica Aplicada à Transferência de Calor 1.2.4. Balanço de energia em uma superfície 1.3. Origens Físicas e Equações de Taxa Estudar os mecanismos físicos de transferência de energia térmica (condução, convecção e radiação). Apresentar as equações das taxas de transferência de calor. 1.3.1. Condução 1.3.2. Convecção 1.3.3. Radiação 1.4. Exercícios

----- Unidade 2: Introdução à Condução Definição do processo de transferência de calor por condução. Mostrar que a taxa de transferência de calor é uma grandeza vetorial, com sentido oposto ao do gradiente de temperatura. 2.1. Equação da Taxa de Condução (Lei de Fourier da condução): determinar a expressão geral da taxa de transferência de calor por condução e do fluxo térmico condutivo (Lei de Fourier). 2.2. Equação da Difusão de Calor: dedução tridimensional da equação da difusão de calor para coordenadas cartesianas, cilíndricas e esféricas, em um volume de controle com condutividade térmica variável, com fonte de geração de energia térmica e com regime transiente de transferência de calor. 2.3. Condições de Contorno e Inicial: Mostrar que para resolver a equação da condução de calor faz-se necessário o conhecimento prévio de uma condição inicial e de duas condições de contorno para cada dimensão. Apresentar as principais formas de condições de contorno: primeira espécie, segunda espécie, terceira espécie. 2.3.1. Condição de contorno de temperatura da superfície constante. 2.3.2. Condição de contorno de fluxo térmico na superfície constante. 2.3.3. Condição de contorno em superfícies adiabáticas. 2.3.4. Condição de contorno de convecção na superfície. 2.3.5. Condição de contorno com radiação na superfície. 2.3.6. Condição de contorno com convecção e radiação na superfície. 2.3.4. Condição de contorno na interface de dois sólidos. 2.4. As Propriedades Termofísicas da Matéria: Definição da condutividade térmica. Influência da temperatura e da direção na condutividade térmica dos materiais. Definição de difusividade térmica. Definição de calor específico e de capacidade calorífica. 2.5. Exercícios

----- Unidade 3: Condução Unidimensional em Regime Estacionário Mostrar que os modelos unidimensionais de transferência de calor por condução em regime permanente podem ser utilizados para modelar inúmeros processos que envolvam transferência de energia térmica por condução. 3.1. A Parede Plana: Resolver a equação geral da condução de calor para achar a distribuição das temperaturas dentro de uma parede plana submetida a um regime estacionário de condução de calor

unidirecional sem geração interna de calor e com condutividade térmica constante. 3.1.1. Distribuição de Temperaturas: Mostrar que, para esse caso, a distribuição das temperaturas é linear dentro da parede, com relação à coordenada x . 3.1.2. Resistência Térmica: Introduzir o conceito de resistência térmica (resistência térmica para condução, para convecção e para radiação) e resistência térmica total. Apresentar a analogia entre resistência térmica e resistência elétrica, ou seja, circuito térmico equivalente. 3.1.3. A Parede Composta: Aplicar do conceito de circuito térmico equivalente para o caso de paredes compostas (redes de resistências térmicas). Introduzir o conceito de coeficiente global de transferência de calor. Estudo da resistência térmica de contato e da queda de temperatura por ela provocada na interface entre dois objetos. 3.2. Sistemas Radiais: Resolver a equação geral da condução de calor para achar a distribuição das temperaturas dentro de um cilindro e de uma esfera submetidos a um regime estacionário de condução de calor unidirecional radial sem geração interna de calor. Mostrar que, para esses casos, as distribuições internas das temperaturas são não lineares com relação à coordenada radial. 3.2.1. Sistemas Radiais Compostos: Aplicar do conceito de circuito térmico equivalente para o caso de cilindros e esferas dispostos em multicamadas. Estudo do raio crítico de isolamento térmico em sistemas radiais. 3.3. Condução com Geração de Energia Térmica: Resolver a equação geral da condução de calor para achar a distribuição das temperaturas dentro de uma parede, de um cilindro e de uma esfera submetidos a um regime estacionário de condução de calor unidirecional com geração interna de calor. 3.4. Transferência de Calor em Superfícies Estendidas (aletas): Apresentar a definição de aleta e o seu campo de aplicação na engenharia. Desenvolver a equação geral de condução de calor unidimensional em regime permanente dentro de uma aleta. Apresentar uma técnica para se determinar a eficiência de uma aleta, assim como a eficiência global de uma superfície composta por inúmeras aletas. 3.4.1. Análise Geral da Condução em superfícies estendidas. 3.4.2. Aletas com área de seção transversal uniforme. 3.4.3. Efetividade e eficiência de uma aleta. 3.4.4. Eficiência global da superfície aletada 3.5. Exercícios -----

----- Unidade 4: Condução Bidimensional em Regime Estacionário Estudar duas técnicas (uma analítica e uma numérica) para resolver a equação geral da difusão de calor em sistemas bidimensionais e condição de regime permanente de transferência de calor. 4.1. O Método de Separação de Variáveis: Aplicar o método da separação de variáveis para resolução analítica da equação da difusão de calor aplicada a um caso de condução bidimensional, em regime permanente, dentro de uma placa plana. Utilizar a tabela dos fatores de forma e das taxas de condução para resolver problemas bidimensionais com outras geometrias. 4.2. Método das Diferenças Finitas: Apresentar o conceito de nó e malha (rede nodal). Aplicar o método numérico das diferenças finitas para resolver problemas bidimensionais de condução de calor em regime estacionário. Discutir os erros presentes nesses métodos: erro de truncamento e erro devido ao mal dimensionamento das malhas. Aplicar o método do balanço de energia como uma alternativa a solução ao método das diferenças finitas. 4.3. Exercícios -----

----- Unidade 5: Condução Transiente Estudar os problemas de transferência de calor por condução onde as temperaturas dentro do sistema variam com o tempo. 5.1. O Método da Capacitância Global: Apresentar o método da capacitância global como sendo uma importante alternativa para a solução de diversos problemas de condução de calor em regime transiente. Analisar as limitações desse método. Determinar a equação do número de Biot. Discutir o significado físico desse parâmetro adimensional. 5.2. Métodos de Diferenças Finitas: Aplicar o método numérico das diferenças finitas para resolver problemas de condução de calor em regime transiente. 5.2.1. Discretização da Equação da Condução de Calor pelo Método Explícito: Apresentar o número de Fourier. Mostrar que o condicionamento correto desse parâmetro é de fundamental importância para assegurar a estabilidade numérica do método explícito. 5.2.2. Discretização da Equação da Condução de Calor pelo Método Implícito: Mostrar que o método implícito é incondicionalmente estável. 5.3. Exercícios -----

----- Unidade 6: Introdução à Convecção Compreender os mecanismos físicos presentes na transferência de calor por convecção. Apresentar algumas técnicas para execução de cálculos que envolvam transferência de calor por convecção. 6.1. As Camadas-Limite da Convecção: Conceituar camada-limite. Entender os processos físicos presentes nas camadas-limite de velocidade, térmica e de concentração. 6.1.1. A Camada-Limite da Velocidade (Hidrodinâmica): Entender os mecanismos responsáveis pela geração da camada-limite hidrodinâmica que se desenvolve dentro de um fluido newtoniano que escoar sobre uma superfície sólida. Revisar os conceitos de número de Reynolds, coeficiente de atrito e tensão de cisalhamento. 6.1.2. A Camada-Limite Térmica: Entender os mecanismos responsáveis pela geração da camada-limite térmica que se desenvolve dentro de um fluido que escoar sobre uma superfície isotérmica. A temperatura da superfície sólida sendo diferente da do fluido. 6.1.3. A Camada-Limite de Concentração: Através de uma analogia ao que ocorre dentro da camada-limite térmica, apresentar os mecanismos responsáveis pela geração da camada-limite de concentração que se desenvolve dentro de um fluido que escoar sobre uma superfície. A concentração molar de uma espécie "A" dentro do fluido sendo diferente a dessa espécie na superfície. 6.2. Coeficientes Convectivos Local e Médio: Determinar as expressões para o cálculo do coeficiente convectivo local e médio. Determinar as expressões para o cálculo do coeficiente de transferência molar (ou de massa) local e médio. 6.3. Escoamentos Laminar e Turbulento: Determinar as regiões de escoamento laminar e turbulento, dentro da camada-limite de velocidade sobre uma placa plana, através do conhecimento do número de Reynolds crítico. Analisar a variação tensão de cisalhamento na superfície sólida ao longo da camada-limite de velocidade laminar e turbulenta. Analisar a variação do coeficiente convectivo local ao longo da camada-limite térmica laminar e turbulenta. Analisar a variação do coeficiente de transferência de massa ao longo da camada-limite de

concentração nas regiões de escoamentos laminar e turbulento. 6.4. As Equações da Camada-Limite: Utilizar os princípios da conservação da massa (continuidade), da conservação da quantidade de movimento (segunda lei de Newton do movimento), da conservação da energia (primeira lei da termodinâmica) e da conservação de espécies para deduzir o sistema de equações diferenciais que governam os processos físicos de transferência de calor e de massa dentro das camadas-limite. Considerando, como ponto de partida para a dedução dessas equações, o escoamento bidimensional e laminar de um fluido newtoniano sobre uma superfície sólida no qual coexistem transferências de calor e de massa por convecção. Os regimes de escoamento, de transferência de calor e de massa são considerados permanentes. Aplicar as equações das camadas-limite para resolver o problema de escoamento de Couette com transferência de calor. 6.5. Parâmetros de Similaridade das Camadas-Limite: Normalizar as equações das camadas-limite com o objetivo de ressaltar os parâmetros de similaridade: Reynolds, Prandtl e Schmidt. Analisar o significado físico desses parâmetros. 6.5.1. Número de Nusselt e de Sherwood: Apresentar a equação geral do número de Nusselt e do número de Sherwood. Ressaltar a importância desses parâmetros para a determinação dos coeficientes convectivos de transferência de calor e de massa, respectivamente. Analisar a dependência funcional do número de Nusselt com relação aos números de Reynolds e Prandtl, e, também, a dependência do número de Sherwood com relação à Reynolds e Schmidt. 6.6. Analogias das Camadas-Limite: Determinar as equações que inter-relacionam os principais parâmetros adimensionais: coeficiente de atrito, número de Nusselt e número de Sherwood. 6.6.1. Analogia entre a Transferência de Calor e a de Massa: Mostrar que as equações normalizadas que governam o processo de transferência de calor e de massa nas camadas-limite são análogas. Determinar a expressão que relaciona o número de Nusselt ao de Sherwood. 6.6.2. Analogia de Reynolds: Mostra que, a partir de algumas considerações, é possível estabelecer uma analogia entre as três equações normalizadas que governam as camadas-limite. Apresentar as expressões que relacionam entre si os parâmetros coeficiente de atrito, número de Nusselt e número de Sherwood. Definir as equações de número de Stanton para transferência de calor e de massa. 6.7. Exercícios -----

----- Unidade 7: Convecção Forçada em Escoamentos Externos Apresentar as principais equações funcionais para se determinar os números de Nusselt e Sherwood, locais e médios, para os casos de convecção forçada externa sobre placas planas, cilindros e feixes de tubos. Empregar estas equações para calcular os coeficientes convectivos de transferência de calor e de massa para situações de escoamento convectivo. Alisar brevemente os processos físicos de transferência de calor e de massa para dois casos particulares de convecção forçada: i-) um jato de um gás colidindo perpendicularmente sobre um superfície sólida plana; ii-) um fato de um gás atravessando um leito recheado de partículas sólidas. 7.1. Placa Plana em Escoamento Paralelo: Apresentar as principais correlações funcionais que fornecem os valores locais e médios dos coeficientes de atrito, dos números de Nusselt e dos números de Sherwood, para o caso do escoamento paralelo de um fluido sobre uma placa plana. Abordar os seguintes casos: i-) escoamento laminar sobre uma placa plana isotérmica aquecida; ii-) escoamento turbulento sobre uma placa plana isotérmica aquecida; iii-) presença de escoamento laminar e turbulento sobre uma placa plana isotérmica aquecida (condição de camada-limite mista), iv-) escoamento laminar sobre uma placa plana isotérmica com a sua porção inicial não aquecida, v-) escoamento turbulento sobre uma placa plana isotérmica com a sua porção inicial não aquecida. 7.2. Cilindro em Escoamento Cruzado: Apresentar os processos físicos de formação das camadas-limite de velocidade e térmica que se desenvolvem quando um fluido escoar de forma cruzada sobre um cilindro isotérmico. A temperatura do cilindro sendo diferente da do fluido. Apresentar as principais correlações funcionais que fornecem os valores médios do número de Nusselt para esse caso. Expandir esse estudo para dois casos particulares: i-) escoamento externo cruzado sobre um feixe de cilindros (matrizes tubulares); ii-) escoamento externo sobre uma esfera. 7.3. Exercícios -----

----- Unidade 8: Convecção Forçada em Escoamentos Internos Descrever os fenômenos físicos responsáveis pela geração das camadas-limite no escoamento interno. Apresentar as principais equações funcionais para se determinar os números de Nusselt e Sherwood para essa forma de escoamento. Empregar essas equações para calcular os coeficientes convectivos de transferência de calor e de massa. Apresentar o método da média logarítmica das diferenças de temperatura – técnica utilizada para calcular média das diferenças de temperaturas ao longo de um tubo isotérmico com escoamento interno. 8.1. Considerações de Velocidade (Hidrodinâmicas): Apresentar uma breve revisão da mecânica dos fluidos sobre escoamento interno, viscoso e incompressível. Determinar uma expressão para o cálculo da velocidade média e a do perfil de velocidade transversal na zona completamente desenvolvida. Apresentar as equações do fator de atrito em função do número de Reynolds. 8.2. Considerações Térmicas: Estudar os fenômenos físicos responsáveis pela formação da camada-limite térmica em um fluido que escoar dentro de um tubo. Abordar duas condições térmicas na superfície interna do tubo: i-) temperatura da parede interna do tubo constante; ii-) fluxo de calor constante na parede interna do tubo. Apresentar o conceito de região termicamente plenamente desenvolvida. Determinar as equações da temperatura média do fluido, com relação à seção transversal, em função da direção axial do escoamento. Determinar a expressão que fornece o campo das temperaturas dentro do fluido na região plenamente desenvolvida (termicamente e fluidodinamicamente). 8.3. Números de Nusselt para Escoamentos Laminar em Tubos Circulares: Apresentar as principais equações que fornecem os valores de Nusselt para o escoamento laminar em tubos de seção transversal circular nas regiões de entrada e na plenamente desenvolvida. Apresentar, também, o método da média logarítmica das diferenças de temperatura – técnica utilizada para calcular média das diferenças de temperaturas ao longo de um tubo com escoamento

interno. . 8.3.1. Caso do Escoamento Laminar em Tubos Não-Circulares: Definir diâmetro hidráulico. Introduzir a tabela que contem os valores calculados dos números de Nusselt e dos fatores de atrito para escoamento laminar na região plenamente desenvolvida em tubos de seções transversais não-circulares. 8.4. Números de Nusselt para Escoamento Turbulento em Tubos Circulares: Apresentar as principais equações que fornecem os valores de Nusselt para o escoamento laminar em tubos circulares nas regiões de entrada e na plenamente desenvolvida. Analisar a influência de rugosidade do tubo no coeficiente convectivo de transferência de calor. Relacionar o número de Nusselt com o fator de atrito. 8.4.1. Caso do Escoamento Turbulento em Tubos Não-Circulares: Mostrar que as equações do número de Nusselt para o escoamento turbulento em tubos circulares podem ser empregadas para o caso do escoamento turbulento em tubos de seções não-circulares. Desde que a variável D (diâmetro) seja substituída pela variável Dh (diâmetro hidráulico). 8.5. Números de Nusselt para Escoamentos entre Tubos Concêntricos (Anulares): Mostrar que para o caso do escoamento anular entre dois tubos concêntricos dois números de Nusselt são necessários: um para superfície interna do tubo de maior diâmetro e outra para a superfície externa do de menor diâmetro. 8.6. Intensificação da Transferência de Calor em Escoamentos Internos: Apresentar algumas das principais formas de aumentar o valor do coeficiente convectivo em escoamentos internos: aumento da rugosidade do tubo, introdução de molas e frisos e de aletas longitudinais. 8.7. Exercícios

----- Unidade 9: Convecção Natural Apresentar a conceito de convecção natural. Entender os processos físicos que geram a camada-limite da convecção natural. Deduzir o sistema de equações diferenciais que rege o processo de transferência de calor na convecção natural. Introduzir o conceito dos números de Grashof e de Rayleigh e seus significados físicos. Apresentar algumas expressões para o número de Nusselt para os casos de convecção natural em placas inclinadas, horizontais e em espaços confinados. ----

----- Unidade 10: Ebulição e Condensação Definir ebulição e condensação. Mostrar que esses processos são considerados fenômenos convectivos, pois envolvem movimento global do fluido. Identificar os principais parâmetros que influenciam a ebulição e a condensação: calor latente, tensão superficial e diferenças de densidades entre a fase líquida e vapor. 10.1. Ebulição em Piscina: Identificar e compreender as diferentes formas de ebulição em piscina através do estudo gráfico de Nukiyama. 10.2. Ebulição com Convecção Forçada: Entender os processos físicos presentes na ebulição com convecção forçada em escoamentos externos e internos (bifásicos). 10.3. Condensação: Compreender os mecanismos físicos presentes no processo de transferência de calor por condensação. --

----- Unidade 11: Transferência de Massa por difusão Apresentar o conceito de transferência de massa por difusão (quando não há movimento global do fluido). Definir a equação da taxa de transferência de Massa por difusão. Apresentar a equação da difusão de massa. 11.1. Origens Físicas da Transferência de Massa por Difusão: difusão de massa em uma mistura binária. 11.2. Lei de Fick : equação da taxa de difusão de massa. 11.3. Transferência de Massa em meios não estacionários 11.4. Transferência de Massa em um meio estacionário: equação da difusão mássica 11.5. Condições de Contorno e Concentrações Descontínuas em Interfaces

Habilidades / Competências: Ao final do curso o aluno será capaz de: • Identificar os processos de transferência de calor e suas importâncias relativas; • Deduzir equações básicas que regem a transferência de calor e massa; • Resolver as equações básicas através de métodos analíticos e numéricos.

CRONOGRAMA DE AULAS		
Início	Fim	Descrição
16/01/2017	16/01/2017	Não é dia letivo
16/01/2017	16/01/2017	Não há aula nesta data, segundo o calendário 2016.2 do CONSEPE/UFPB
18/01/2017	18/01/2017	Apresentação da disciplina.
20/01/2017	20/01/2017	Unidade 1: Formas de energia
23/01/2017	23/01/2017	Unidade 1: Origens Físicas e Equações de Taxa (condução, convecção,
25/01/2017	25/01/2017	Unidade 1: Relações de Transferência de Calor com a Termodinâmica
27/01/2017	27/01/2017	Unidade 1: A Exigência da Conservação de Energia. Relevância da
30/01/2017	30/01/2017	Exercícios
01/02/2017	01/02/2017	Unidade 2: Equação da Taxa de Condução (Lei de Fourier).
03/02/2017	03/02/2017	Unidade 2: Equação da Difusão de Calor. Coordenadas Cartesianas,
06/02/2017	06/02/2017	Unidade 2: Condições de Contorno e Inicial.
08/02/2017	08/02/2017	1ª Avaliação
10/02/2017	10/02/2017	Unidade 2: Propriedades Termofísicas da Matéria.
13/02/2017	13/02/2017	Exercícios
15/02/2017	15/02/2017	Unidade 3: Condução de Calor em Paredes Planas, Resistência Térmica,
17/02/2017	17/02/2017	Unidade 3: Condução de Calor em Sistemas Radiais (cilindros e esferas),

20/02/2017	20/02/2017	Unidade 3: Condução com Geração de Energia Térmica (paredes planas e
22/02/2017	22/02/2017	Unidade 3: Transferência de Calor em Superfícies Estendidas (Aletas):
24/02/2017	24/02/2017	Unidade 3: Transferência de Calor em Superfícies Estendidas (Aletas):
27/02/2017	27/02/2017	Não há aula nesta data. Feriado de Carnaval.
01/03/2017	01/03/2017	Não há aula nesta data. Feriado de Cinzas.
03/03/2017	03/03/2017	Exercícios
06/03/2017	06/03/2017	Unidade 4: Introdução. Método da Separação de Variáveis. Método das
08/03/2017	08/03/2017	Unidade 4: Método das Diferenças Finitas: Balanço de energia.
10/03/2017	10/03/2017	Unidade 5: O Método da Capacitância Global.
13/03/2017	13/03/2017	Unidade 5: Discretização da Equação da Condução de Calor pelo Método
15/03/2017	15/03/2017	Unidade 5: Discretização da Equação da Condução de Calor pelo Método
17/03/2017	17/03/2017	Exercícios.
20/03/2017	20/03/2017	Unidade 6: Camadas-Limite da Convecção: camada-limite da velocidade,
22/03/2017	22/03/2017	Unidade 6: Coeficientes Convectivos Locais e Médios, Escoamentos
24/03/2017	24/03/2017	2ª Avaliação
27/03/2017	27/03/2017	Unidade 6: Analogia entre a transferência de calor e de massa na
29/03/2017	29/03/2017	Unidade 6: Equações das Camadas-Limite.
31/03/2017	31/03/2017	Unidade 6: Parâmetros de Similaridade das Camadas-Limite, Analogias
03/04/2017	03/04/2017	Exercícios.
05/04/2017	05/04/2017	Unidade 7: Placa Plana em escoamento Paralelo.
07/04/2017	07/04/2017	Unidade 7: Cilindro em escoamento Cruzado e Matriz de tubos em
10/04/2017	10/04/2017	Exercícios.
12/04/2017	12/04/2017	Unidade 8: Considerações de Velocidade (Hidrodinâmica) e Térmicas no
14/04/2017	14/04/2017	Não há aula. Feriado. Sexta-feira da Paixão.
17/04/2017	17/04/2017	Unidade 8: escoamento Interno com Fluxo de Calor Uniforme na Parede.
19/04/2017	19/04/2017	Unidade 8: Região de Entrada Hidrodinâmica, Térmica e de Concentração.
21/04/2017	21/04/2017	Não há aula. Feriado de Tiradentes
24/04/2017	24/04/2017	Unidade 8: Números de Nusselt para escoamentos Laminares em dutos.
26/04/2017	26/04/2017	Unidade 8: Números de Nusselt para escoamentos Turbulentos em dutos.
28/04/2017	28/04/2017	Exercícios.
01/05/2017	01/05/2017	Não há aula. Feriado. Dia do Trabalho.
03/05/2017	03/05/2017	Unidade 9: Camada-limite da convecção natural. Equações que regem a
05/05/2017	05/05/2017	Unidade 9: Números de Grashof e de Rayleigh e seus significados físicos.
08/05/2017	08/05/2017	Unidade 9: Número de Nusselt na convecção natural para diferentes
10/05/2017	10/05/2017	Unidade 10: Definição de ebulição e condensação. Ebulição em piscina
12/05/2017	12/05/2017	3ª Avaliação
15/05/2017	15/05/2017	Unidade 11: Origens Físicas da Transferência de Massa por Difusão.
17/05/2017	17/05/2017	Unidade 11: Lei de Fick.
19/05/2017	19/05/2017	Unidade 11: Transferência de Massa em meios não estacionários.
22/05/2017	22/05/2017	Unidade 11: Transferência de Massa em um meio estacionário: equação
24/05/2017	24/05/2017	Unidade 11: Equação da difusão mássica.
26/05/2017	26/05/2017	Unidade 11: Condições de Contorno e Concentrações Descontínuas em
29/05/2017	29/05/2017	Exercícios.
31/05/2017	31/05/2017	4ª Avaliação.
02/06/2017	02/06/2017	Comentário da 4ª avaliação
05/06/2017	05/06/2017	Avaliação de Reposição

AVALIAÇÕES

Data	Descrição
------	-----------

08/02/2017	1ª Avaliação
24/03/2017	2ª Avaliação
12/05/2017	3ª Avaliação
31/05/2017	4ª Avaliação

★ : Referência consta na biblioteca

REFERÊNCIAS BÁSICAS

Tipo de material	Descrição
Livro	★ Çengel, Yunus A.. Transferência de calor e massa :. 4.ed.-. McGraw-Hill,. 2012.
Livro	★ Kreith, Frank.. Princípios de transferência de calor / . . Cengage Learning; Pioneira Thomson Learning,. 2003, 2011.
Livro	★ . Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa / . 6.ed.. LTC,. 2008, 2011.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

Tipo de material	Descrição
Livro	★ BEJAN, Adrian; ZERBINI, Euryale de Jesus; SIMÕES, Ricardo Santilli Ekman. Transferência de calor . São Paulo: Edgard Blucher, 1996. 540p.
Livro	★ CANEDO, Eduardo Luis. Fenômenos de transporte . Rio de Janeiro: LTC, 2012. 536p. ISBN: 9788521617556.
Livro	★ MALISKA, Clovis R. Transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional . 2.ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: LTC, c2004, 2010. 453p. ISBN: 9788521613961.
Livro	★ Ozisik, M. Necati.. Transferência de calor : . . Guanabara koogan,. c1990.
Livro	★ STEWART, Warren E et al. Fenômenos de Transporte . 2.ed.. Rio de Janeiro: LTC, c2004. 838p. ISBN: 8521613938.