

**DEPARTAMENTO:** Tecnologia Industrial

**DISCIPLINA:** Termodinâmica Aplicada

**SIGLA:** 4TRD003

**CARGA HORÁRIA TOTAL:** 54h

**TEORIA:** 54h

**PRÁTICA:** 00h

**CURSO:** Engenharia de Produção - Habilitação Mecânica

**PRÉ-REQUISITOS:** 3FGE203

**EMENTA:**

Propriedades Termodinâmicas. Substâncias Puras. Trabalho. Calor. Primeira Lei da Termodinâmica. Segunda Lei da Termodinâmica. Entropia. Irreversibilidade. Ciclo Motores.

**PLANO DE ENSINO - Semestre 2023/2**

**OBJETIVO GERAL DA DISCIPLINA:**

Possibilitar ao discente o conhecimento necessário ao entendimento dos fundamentos da Termodinâmica e explorar aplicações da Termodinâmica na Engenharia.

**Objetivos de Aprendizagem (Objetivos específicos)**

- Familiarizar o aluno com os fundamentos da Termodinâmica, tais como propriedades termodinâmicas, substâncias puras, trabalho, calor, primeira e segunda leis da Termodinâmica, entropia, irreversibilidade e ciclo motores;
- Consolidar os fundamentos estudados previamente em Física, relacionados com os fundamentos da Termodinâmica;
- Desenvolver a criticidade sobre as principais variáveis que influenciam os fundamentos da Termodinâmica e a Termodinâmica Aplicada;
- Dar subsídios para o aluno explorar possíveis aplicações da Termodinâmica na Engenharia.

### Cronograma de Atividades

Conteúdo	CH	Formato	Atividade avaliativa
1. Conceitos Introdutórios 1.1. Introdução e apresentação do conteúdo 1.2. Metodologia de trabalho e avaliações 1.3. Sistema termodinâmico e volume de controle 1.4. Pontos de vista macroscópico e microscópico 1.5. Processos e ciclos 1.6. Sistema de unidades 1.7. Volume específico, massa específica e pressão 1.8. Temperatura, escalas de temperatura e Lei Zero da Termodinâmica	3h	Presencial	Avaliação 1
2. Propriedades de uma Substância Pura 2.1. Substância pura 2.2. Equilíbrio entre fases 2.3. Propriedades de uma substância pura	3h	Presencial	
2. Propriedades de uma Substância Pura 2.4. Equações de estado 2.5. Tabela de propriedades 2.6. Aplicações na Engenharia 2.7- Superfícies termodinâmicas: Temperatura-Pressão-Volume; 2.8- O comportamento Temperatura-Pressão-Volume na região de massas específicas pequenas e moderadas; 2.9- O Fator de Compressibilidade	3h	Presencial	

Conteúdo	CH	Formato	Atividade avaliativa
3. Trabalho e Calor 3.1. Definição de Trabalho 3.2. Unidades de Trabalho 3.3. Trabalho realizado por um processo quase-estático 3.4. Outras formas de Trabalho	3h	Presencial	<b>Avaliação 1</b>
3. Trabalho e Calor 3.5. Definição de Calor 3.6. Unidades de Calor 3.7. Modos de transferência de Calor 3.8. Comparação entre Calor e Trabalho 3.9. Aplicações na Engenharia	3h	Presencial	
4. Primeira Lei da Termodinâmica 4.1. Primeira Lei da Termodinâmica para um processo percorrendo um ciclo 4.2. Primeira Lei da Termodinâmica e a mudança de estado de um sistema 4.3. Energia interna 4.4. Entalpia	3h	Presencial	
4. Primeira Lei da Termodinâmica 4.5. Gases perfeitos: energia e entalpia 4.6. A taxa de variação de energia em um sistema 4.7. Conservação da massa	3h	Presencial	
4. Primeira Lei da Termodinâmica 4.8. A Primeira Lei da Termodinâmica para um volume de controle 4.9. O processo em regime permanente 4.10. Exemplos de processos em regime permanente	3h	Presencial	

Conteúdo	CH	Formato	Atividade avaliativa
5. Segunda Lei da Termodinâmica 5.1. Introdução 5.2. A Segunda Lei da Termodinâmica 5.3. Processos reversíveis	3h	Presencial	<b>Avaliação 1</b>
5. Segunda Lei da Termodinâmica 5.4. Processos irreversíveis 5.5. Ciclo de Carnot 5.6. As escalas de temperatura: termodinâmica e de gás ideal. 5.7. Máquinas reais e ideais. 5.8. Aplicações na Engenharia.	3h	Presencial	
6. Entropia 6.1. Desigualdade de Clausius 6.2. A entropia como propriedade termodinâmica 6.3. Processos reversíveis 6.4. Relações termodinâmicas	3h	Presencial	
6. Entropia 6.5. Processos irreversíveis 6.6. Processos politrópicos reversíveis para um gás perfeito 6.7. A Segunda Lei da Termodinâmica para um volume de controle	3h	Presencial	
6. Entropia 6.8. Processos em regime permanente 6.9. O princípio do aumento da entropia para um volume de controle 6.10. Eficiência	3h	Presencial	

Conteúdo	CH	Formato	Atividade avaliativa
7. Irreversibilidade 7.1. Trabalho reversível 7.2. Irreversibilidade 7.3. Disponibilidade	3h	Presencial	Avaliações 1, 2, 3 e 4
8. Ciclo Motores 8.1. Ciclo Rankine 8.2. Ciclo de Refrigeração por compressão de vapor 8.3. Ciclos padrões de ar 8.4. Ciclo Brayton 8.5. Ciclo de Carnot 8.6. Ciclo Otto 8.7. Ciclo Diesel 8.8. Ciclo Stirling	3h	Presencial	
Avaliação 4: Entrega da Resolução da Lista de Exercícios (Equipes)	3h	Presencial	
Avaliação 2: Apresentação de Artigo Científico (Equipes)	3h	Presencial	
Avaliação 3: Apresentação de Ciclo Termodinâmico (Equipes)	3h	Presencial	
Avaliação 1: Média dos Testes Diários (Individual)		Presencial	Avaliação 1
<b>CH Total Teórico-Prática – 54h*</b>	<b>54h*</b>		

**Sistema de Avaliação****Sistema de Avaliação**

A qualidade do desempenho do aluno será avaliada com base no desenvolvimento das seguintes atividades e com os seguintes critérios:

- Avaliação 1: Média dos testes diários individuais realizados sobre conteúdo ministrado (atividade Individual) (55%) (Datas previstas para os Testes: 15/08/2023 a 14/11/2023; Média dos Testes: 28/11/2023);
- Avaliação 2: Apresentação de Artigo Científico pesquisado (Portal de Periódicos CAPES/MEC: <http://www.periodicos.capes.gov.br>) e entrega da Apresentação do Artigo Científico pesquisado (atividade de Equipe) (15%) (Data prevista para apresentação: 21/11/2023);
- Avaliação 3: Apresentação de Ciclo Termodinâmico: 1º semestre (Ciclo Rankine); 2º semestre (Ciclo de Refrigeração por Compressão de Vapor) (atividade em Equipe) (15%) (Data prevista para apresentação: 28/11/2023);
- Avaliação 4: Entrega da Resolução da Lista dos Exercícios (atividade em Equipe) (15%) (Data prevista para entrega: 14/11/2023);
- A Prova de Exame Final, caso aplicável, será realizada no período previsto no Calendário Acadêmico da UDESC (12/12/2023), no horário da aula da disciplina e na sala de aula da disciplina.

**Metodologia de Ensino-Aprendizagem****Metodologia de Ensino-Aprendizagem**

Todas as aulas, presenciais ou não presenciais (síncronas ou assíncronas), serão realizadas da seguinte forma: serão apresentados slides previamente elaborados pelo professor sobre o conteúdo da aula. No momento oportuno da apresentação do conteúdo previsto, poderão ser apresentados vídeos, imagens, dentre outros recursos, com o objetivo de complementar a aprendizagem e contextualizar com a prática industrial. O professor poderá interromper a sua apresentação caso algum aluno tenha dúvidas para maiores esclarecimentos. Está prevista a resolução de exercícios durante a aula e extraclasse (lista de exercícios a ser entregue). Após as aulas não presenciais (síncronas ou assíncronas), o vídeo será disponibilizado na Sala de Aula Virtual da disciplina no Moodle (BBB – BigBlueButton) para que todos os alunos possam acessar a qualquer momento.

Toda semana serão disponibilizados atendimentos individualizados aos alunos via, Sala de Aula Virtual da disciplina no Moodle (BBB – BigBlueButton), Microsoft Teams, vídeo chamada no WhatsApp ou presencialmente na Sala dos Professores, mediante agendamento prévio. O agendamento dos horários deve ser realizado pelo(a) acadêmico(a) com o professor via e-mail institucional da UDESC ([sandro.keine@udesc.br](mailto:sandro.keine@udesc.br)) ou via WhatsApp (+55 47 99618-0957), e os mesmos terão duração de 15 minutos.

Os períodos para agendamento de atendimento são: segundas-feiras às sextas-feiras, das 18:00 às 19:00 horas. Excepcionalmente poderão ser agendados atendimentos em dias e horários diferentes.

Todo o material necessário para o acompanhamento da disciplina será disponibilizado pelo professor via Moodle.

Para auxiliar e facilitar o processo de ensino-aprendizagem, poderão ser utilizados os seguintes recursos: vídeos, apresentações (slides), animações, *serious games*, hipertextos, imagens, infográficos, áudios, e-books, tabelas, mapas, tutoriais, entre outros, conforme postagens no diretório da disciplina no Moodle e/ou Microsoft Teams. Sempre que possível, poderão ser realizadas visitas técnicas em Empresas.

As aulas não presenciais síncronas serão realizadas na plataforma BigBlueButton (BBB) do Moodle.

### Requerimento de Segunda Chamada

A Resolução 050/2020 Consuni, Art. 7º, § 4º dispõe que o discente regularmente matriculado que deixar de comparecer a qualquer das avaliações nas datas fixadas pelo docente, poderá solicitar segunda chamada da avaliação; para tal, deverá enviar o *Requerimento para Avaliação de 2ª Chamada* juntamente com documento comprobatório, se houver, através do seu e-mail institucional ([CPF@edu.udesc.br](mailto:CPF@edu.udesc.br)) para o Departamento de Tecnologia Industrial no e-mail [dti.ceplan@udesc.br](mailto:dti.ceplan@udesc.br), no prazo de 5 (cinco) dias úteis contados a partir da data de realização da avaliação, sendo aceitos os pedidos devidamente justificados.

**De acordo com o Regimento Geral da Udesc, Art. 219 e Art. 220, recorrer a meios fraudulentos com o propósito de lograr aprovação ou promoção constitui infração sujeita a penalidades disciplinares, tais como Advertência, Repreensão, Suspensão e Expulsão.**

### Informações sobre realização de Prova de 2ª Chamada

A Resolução nº 039/2015-CONSEPE regulamenta o processo de realização de provas de segunda chamada. Segundo esta normativa, O acadêmico regularmente matriculado que deixar de comparecer a qualquer das avaliações nas datas fixadas pelo professor, poderá solicitar segunda chamada desta avaliação através de requerimento por ele assinado, ou por seu representante legal, entregue na Secretaria de Ensino de Graduação e/ou Secretaria do Departamento, no prazo de 5 (cinco) dias úteis, contados a partir da data de realização da avaliação, sendo aceitos pedidos, devidamente comprovados e que se enquadrem em um das seguintes situações: I - problema de saúde do aluno ou parente de 1º grau, devidamente comprovado, que justifique a ausência; II - ter sido vítima de ação involuntária provocada por terceiros, comprovada por Boletim de Ocorrência ou documento equivalente; III - manobras ou exercícios militares comprovados por documento da respectiva unidade militar; IV - luto, comprovado pelo respectivo atestado de óbito, por parentes em linha reta (pais, avós, filhos e netos), colaterais até o segundo grau (irmãos e tios), cônjuge ou companheiro (a), com prazo de até 5 (cinco) dias úteis após o óbito; V - convocação, coincidente em horário, para depoimento judicial ou policial, ou para eleições em entidades oficiais, devidamente comprovada por declaração da autoridade competente; VI - impedimentos gerados por atividades previstas e autorizadas pela Chefia de Departamento do respectivo curso ou instância hierárquica superior, comprovada através de declaração ou documento equivalente; VII - direitos outorgados por lei; VIII - coincidência de horário de outras avaliações do próprio curso, comprovada por declaração da chefia de departamento; IX – convocação para competições oficiais representando a UDESC, o Município, o Estado ou o País; X – convocação pelo chefe imediato, no caso de acadêmico que trabalhe, em documento devidamente assinado e carimbado, contendo CNPJ da empresa ou equivalente, acompanhado de documento anexo que comprove o vínculo empregatício, como cópia da carteira de trabalho ou do contrato ou de documento equivalente. Importante: O requerimento deverá explicitar a razão que impediu o acadêmico de realizar a avaliação.

### Bibliografia Básica

BORGNACKE, C; SONNTAG, Richard Ewin. **Fundamentos da Termodinâmica**. São Paulo: Blucher, c2009.

MORAN, Michael J. **Introdução à engenharia de sistemas térmicos: termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, c2005.

MORAN, Michael J.; SHAPIRO, Howard N. **Princípios de termodinâmica para engenharia**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 800 p.

**Bibliografia Complementar**

KNIGHT, Randall D. **Física: uma abordagem estratégica**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ÇENGEL, Yunus A; BOLES, Michael A. **Termodinâmica**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 4 v.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2009.

YOUNG, Hugh D; FREEDMAN, Roger A. **Física II: termodinâmica e ondas**. 12.ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

CHAVES, Alair,. **Física básica: gravitação, fluidos, ondas, termodinâmica**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos: LAB, 2007.

PÁDUA, Antonio Braz de; PÁDUA, Cléia Guiotti de. **Termodinâmica: uma coletânea de problemas**. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 7. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006.

OLIVEIRA, Mário José de. **Termodinâmica**. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

SERWAY, Raymond A; JEWETT, John W. **Princípios de física**. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

SONNTAG, Richard Ewin; VAN WYLEN, Gordon John; BORGNACKE, C. **Fundamentos da Termodinâmica**. São Paulo: E. Blucher, c1998.

SCHMIDT, Frank W.; WOLGEMUTH, Carl H; HENDERSON, Robert E. **Introdução às ciências térmicas: termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor**. São Paulo: E. Blucher, 1996.

FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T; PRITCHARD, Philip J. **Introdução à**



**mecânica dos fluídos.** 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, c2006.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados . 7. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Metolologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações.** 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.