



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Mecânica



PLANO DE ENSINO

Em caráter excepcional e transitório, para substituição do ensino presencial pelo ensino não presencial, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus (COVID-19), em atenção à Portaria MEC Nº 544, de 16 de junho de 2020, e à Resolução Normativa Nº 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020.

EMC5405 – Fundamentos da Termodinâmica

1) Identificação

Carga horária: 72 horas-aula, das quais: Teóricas: 72 horas-aula.

Turma(s): Turmas 03203B / 04214B

Nome do(s) professor: Júlio César Passos, Email: julio.passos@ufsc.br

2) Cursos

203 Engenharia Mecânica

214 Engenharia de Produção Mecânica

3) Requisitos

Engenharia Mecânica (203):

- (FSC5112 e FSC5137 e MTM5162), ou
- (FSC5112 e FSC5137 e MTM3101), ou
- (FSC5102 e MTM5162), ou
- (FSC5002 e MTM5161), ou
- (FSC5102 e MTM3102), ou
- (FSC5002 e MTM3102).

Engenharia de Produção Mecânica (214):

- (FSC5002), ou
- (FSC5137 e MTM5162).

4) Ementa

Fundamentos da Termodinâmica, considerando os seus principais aspectos históricos. Primeira lei e segunda lei para sistemas abertos e fechados. Entropia. Processos irreversíveis. Ementa: Origens da termodinâmica: aspectos históricos. Conceitos básicos. Reversibilidade e irreversibilidade. Primeira e Segunda leis. Entropia. Equilíbrio termodinâmico. Transições de fase.

5) Objetivos

Geral:

Conhecer os fundamentos da termodinâmica é indispensável como formação de base para as aplicações nas áreas de engenharia e ciências térmicas.

Específicos:

Fornecer ao estudante os fundamentos da Termodinâmica, considerando os seus principais aspectos históricos. Primeira lei e segunda lei para sistemas abertos e fechados. Entropia. Processos irreversíveis. Ementa: Origens da termodinâmica: aspectos históricos. Conceitos básicos. Reversibilidade e irreversibilidade. Primeira e Segunda leis. Entropia. Equilíbrio termodinâmico. Transições de fase.

6) Conteúdo Programático

6.1. Conceitos básicos (12 horas-aula)

6.1.1 Propriedades intensivas e extensivas.

6.1.2 Processos em “quase” equilíbrio (reversíveis) e processos irreversíveis.

6.1.3 Substância pura.

6.1.4 Diagramas de fase para substâncias puras.

6.1.5. Equação de estado para gás-perfeito.

6.1.6 Fator de compressibilidade.

6.1.7 Trabalho e calor.

6.1.8 Transformações politrópicas.

6.1.9 Processo de expansão não resistida.

6.1.10. Exercícios.

6.2 Primeira lei da termodinâmica (16 horas-aula)

6.2.1 Primeira lei para sistemas fechados.

6.2.2 Energia interna.

6.2.3 Calores específicos a volume e pressão constantes.

6.2.4 Primeira lei para sistemas abertos (volume de controle).

6.2.5 Equação de conservação da massa.

6.2.6 Casos particulares. Processo de estrangulamento adiabático.

6.2.7 Primeira lei para processos em regime não permanente uniforme.

6.2.8 Exercícios

6.3 Segunda lei da termodinâmica. (8 horas-aula)

6.3.1 Enunciado de Clausius.

6.3.2 Enunciado de Kelvin-Planck.

6.3.3 Máquina ideal de Carnot.

6.4 Entropia. (14 horas-aula)

6.4.1 Desigualdade de Clausius.

6.4.2 Geração de entropia (trabalho perdido).

6.4.3 Segunda lei para sistemas abertos.

6.4.4 A equação de Bernoulli.

6.4.5 Princípio do aumento da entropia para um sistema aberto.

6.4.6 Eficiência isentrópica.

6.4.7 Exercícios.

6.5. Equilíbrio termodinâmico. (4 horas-aula)

6.5.1 Relações diferenciais envolvendo variáveis de estado.

6.5.2 Equilíbrio e homogeneidade, equação de Gibbs-Duhem.

6.5.3 Potenciais termodinâmicos.

6.5.4 Relações de Maxwell. Equação de van der Waals.

6.5.5 Princípios de extremo.

6.5.6 Exercícios

7) Metodologia

Os aspectos teóricos da disciplina serão abordados ao longo do semestre com **ferramentas síncronas**, em aulas expositivas, assim como com **ferramentas assíncronas**, através de leitura dos arquivos em PowerPoint que o docente já disponibilizou no MOODLE, além de artigos e textos sobre a primeira e a segunda lei da termodinâmica, artigo sobre entropia e vídeo.

8) Avaliação

Três provas (P1, P2, P3) Média final M, $M = [(soma\ das\ 3\ notas)/3]$. Poderão realizar a prova de recuperação os alunos com média maior ou igual a 3 e menor do que 6. Aprovação: $M \geq 6,0$.

As avaliações serão online, sem supervisão e ocorrerão em dias a serem definidos com os alunos, em encontro remoto. As questões estarão disponíveis às 07:30 e as respostas, na forma de um texto

escaneado, ou fotografado, deverão ser entregues no MOODLE (por upload) até às 9:10 h. Espera-se que o aluno trabalhe individualmente na solução dos problemas da avaliação, com a consulta livre ao material disponibilizado do MOODLE.

9) Cronograma

1. As **aulas síncronas** serão realizadas nas quartas-feiras e sextas-feiras, entre 8:00 e 9:00 h.
2. As três **avaliações** serão realizadas em datas nas seguintes datas: 30/09; 13/11 e 11/12.
3. A prova de recuperação está prevista para: 18/12, no horário da aula: 7:30 às 9:10 h.

10) Bibliografia Básica

Arquivos em PowerPoint disponíveis no MOODLE.

Os livros de autoria de Çengel e Boles (2006) e Sonntag, Borgnakke and Van Wylen, (este na versão em português) estão fisicamente disponíveis na Biblioteca Universitária, porém não a versão digital. A disciplina, segue, basicamente, os conteúdos superpostos desses autores.

11) Bibliografia Complementar

- Çengel, Y.A., Boles, M.A., Termodinâmica, Mc Graw Hill, São Paulo, 5ª ed., 2006.
- Cole, S., Lições de Termodinâmica Clássica.). (disponibilizado no Moodle)
- Moran, M.J. and Shapiro, H.N., Fundamentals of Engineering Thermodynamics, John Wiley & Sons, New York, 3rd ed., 1995.
- Sonntag, R.E., Borgnakke, C., and Van Wylen, G.L., Fundamentals of Thermodynamics, John Wiley & Sons, New York, 5 th ed., 1998.

Artigos sobre história da termodinâmica (disponíveis no Moodle)

- Passos, J.C., Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 3, 3603-1 a 3603-8 (2009).
 - Passos, J.C., Revista de Ensino de Engenharia, ABENGE, v. 22, 25-34 (2003),
 - Peixoto, J.P., 1994, Entropia, textos I e II, Textos escolares universitários, Universidade do Algarve, Faro, Portugal.
- [Entropia, textos de autoria do Prof. José Pinto PeixotoArquivo](#)