

---

**Ano Letivo** 2023-24

---

**Unidade Curricular** TERMODINÂMICA

---

**Cursos** ENGENHARIA MECÂNICA (1.º ciclo)

---

**Unidade Orgânica** Instituto Superior de Engenharia

---

**Código da Unidade Curricular** 14411011

---

**Área Científica** ENGENHARIA MECÂNICA

---

**Sigla**

---

**Código CNAEF (3 dígitos)** 521

---

**Contributo para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - 9, 7 ODS (Indicar até 3 objetivos)**

---

**Línguas de Aprendizagem** Português

**Modalidade de ensino**

Presencial

**Docente Responsável**

Flávio Augusto Bastos Da Cruz Martins

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Flávio Augusto Bastos da Cruz Martins	OT; T; TP	T1; TP1; TP2; OT1; OT2	30T; 30TP; 30OT

\* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
1º	S2	30T; 15TP; 15OT	140	5

\* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

**Precedências**

Sem precedências

**Conhecimentos Prévios recomendados**

----

### Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Fornecer aos estudantes uma sólida formação teórico-prática nos princípios fundamentais da termodinâmica, nomeadamente da primeira e segunda lei. Este conhecimento será essencial para apoiar futuras competências a desenvolver na área da Engenharia Mecânica, uma vez que a Termodinâmica é a ciência que lida primeiramente com a energia e com as suas transformações.

Competências:

- [C1] Adquirir conhecimentos sobre propriedades termodinâmicas.
  - [C2] Conhecer as propriedades das substâncias puras.
  - [C3] Capacidade para compreender e interpretar a Primeira Lei da Termodinâmica.
  - [C4] Capacidade para aplicar a 1ª Lei a sistemas fechados e abertos.
  - [C5] Capacidade para compreender e interpretar a Segunda Lei da Termodinâmica.
  - [C6] Capacidade para aplicar a 2ª Lei.
  - [C7] Capacidade para compreender e calcular o funcionamento dos ciclos de produção de trabalho
  - [C8] Capacidade para compreender e calcular o funcionamento do ciclo frigorífico de compressão
- 

### Conteúdos programáticos

1. Conceitos fundamentais.
2. Propriedades termodinâmicas de substâncias puras. Propriedades do gás perfeito. Factor de compressibilidade. Diagramas e tabelas de propriedades.
3. Primeira Lei da Termodinâmica ? calor, trabalho, energia interna, entalpia. Calores específicos de sólidos, de líquidos e de gases perfeitos. Aplicação da 1ª Lei a sistemas fechados e a sistemas abertos.
4. Segunda Lei da Termodinâmica ? reversibilidade e irreversibilidade. Ciclo de Carnot e eficiência termodinâmica. Entropia. Variação de entropia de substâncias puras, de sólidos e de líquidos e de gases ideais  $s$  . Trabalho reversível e rendimentos isentrópicos de diversos dispositivos (compressor, turbina).
5. Relações Termodinâmicas ? Relações termodinâmicas gerais para a energia interna, entalpia, entropia e calores específicos e particularização para os gases ideais.
6. Ciclos Termodinâmicos: ciclos de produção de trabalho a gás e a vapor.
7. Ciclo frigorífico de compressão de vapor.

### **Metodologias de ensino (avaliação incluída)**

A metodologia de aprendizagem desenvolve-se através das seguintes componentes:

Ensino Presencial

1. Ensino teórico (T)

Apresentação dos conteúdos da disciplina

Exemplificação e aplicação a problemas reais

2. Ensino teórico-prático (TP)

Modelação e resolução de problemas

Análise crítica dos resultados dos problemas

3. Orientação tutorial (OT)

Sessões de orientação pessoal onde se esclarecem dúvidas

Ensino Autónomo

Estudo

Leitura de excertos da bibliografia recomendada

Resolução dos exercícios recomendados

### **Avaliação de Conhecimentos:**

1º Teste (50 %) + 2º Teste (50 %)

ou

Exame

Aprovação com nota final arredondada às unidades igual ou superior a 10 valores

Nota mínima nos testes: 8 valores.

---

### **Bibliografia principal**

Texto Principal

- Yunus A. Çengel, Michael A. Boles, Termodinâmica, 7ª Ed., McGraw-Hill, 2011.

Textos Complementares

- Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 6<sup>th</sup> Ed., John Wiley & Sons, Inc., 2008
- Paulo Pimentel de Oliveira, Fundamentos de Termodinâmica Aplicada ? Análise Energética e Exergética, Lidel, 2012.
- Clito Afonso, Termodinâmica para Engenharia ,1ª Ed. FEUP edições, 2012.

---

**Academic Year** 2023-24

---

**Course unit** THERMODYNAMICS

---

**Courses** MECHANICAL ENGINEERING (1st cycle)

---

**Faculty / School** INSTITUTE OF ENGINEERING

---

**Main Scientific Area**

---

**Acronym**

---

**CNAEF code (3 digits)** 521

---

**Contribution to Sustainable Development Goals - SGD (Designate up to 3 objectives)** 9, 7

---

**Language of instruction** Portuguese

---

**Teaching/Learning modality** Presential

**Coordinating teacher** Flávio Augusto Bastos da Cruz Martins

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Flávio Augusto Bastos da Cruz Martins	OT; T; TP	T1; TP1; TP2; OT1; OT2	30T; 30TP; 30OT

\* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

Contact hours	T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
	30	15	0	0	0	0	15	0	140

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

#### Pre-requisites

no pre-requisites

#### Prior knowledge and skills

-----

#### The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

Providing students with a solid theoretical and practical training in the fundamental principles of thermodynamics, particularly the first and second law. This knowledge will be essential to support the development of future skills in the area of Mechanical Engineering and, since Thermodynamics is the science that deals primarily with energy and its transformations.

Competences:

- [C1] Acquire knowledge about the thermodynamic properties.
- [C2] Know the properties of pure substances.
- [C3] Capacity to understand and interpret the First Law of Thermodynamics.
- [C4] Capacity to apply the 1st Law to closed and open systems.
- [C5] Capacity to understand and interpret the Second Law of Thermodynamics.
- [C6] Capacity to apply the 2nd Law.
- [C7] Ability to understand and calculate power cycles (gas and vapor)
- [C8] Ability to understand and calculate the compression refrigeration cycle

## Syllabus

1. Fundamental concepts.
  2. Thermodynamic properties of pure substances. Perfect gas properties. Compressibility factor. Diagrams and tables of properties.
  3. First law of Thermodynamics ? heat, work (various forms of work), internal energy, enthalpy. Specific heats of solids, liquids and gases. Application of first law to closed systems and open systems.
  4. Second law of thermodynamics ? reversibility and irreversibility. Carnot cycle and thermodynamic efficiency. Entropy. Entropy variation of pure substances, solids and liquids and ideal gases. Reversible work and efficiency of various devices (compressor, turbine).
  5. Thermodynamics relations ? some general thermodynamic relations for the internal energy, enthalpy, entropy and specific heats
  6. Thermodynamic power cycles (Brayton and Rankine)
  7. Refrigeration cycle vapor compression.
- 

## Teaching methodologies (including evaluation)

The learning methodology is developed through the following components:

### Classroom Teaching

1. Theoretical teaching (T)
  - 1.1 Presentation of course content
  - 1.2 Exemplification and application to real problems
2. Theoretical and practical teaching (TP)
  - 2.1 Modelling and solving problems
  - 2.2 Critical analysis of the results of problems
3. Tutorial teaching (OT)
  - 3.1 Personal coaching sessions in small groups to conduct the learning process and clarify any doubts

### Autonomous Learning

1. Studying
  - 1.1 Studying of excerpts from recommended reading
  - 1.2 Exercise solving from recommended problems.
2. E-learning

### Evaluation:

1st written test (50 %) + 2nd written Test (50 %)  
or  
Written Exam

Aproval with final grade of 10 values, rounded to the unit.

Minimum grade in the written tests: 8 values.

### Main Bibliography

Primary text:

- Yunus A. Çengel, Michael A. Boles, Termodinâmica, 7ª Ed., McGraw-Hill, 2011.

Complementary texts:

- Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 6<sup>th</sup> Ed., John Wiley & Sons, Inc., 2008
- Paulo Pimentel de Oliveira, Fundamentos de Termodinâmica Aplicada ? Análise Energética e Exergética, Lidel, 2012.
- Clito Afonso, Termodinâmica para Engenharia ,1ª Ed. FEUP edições, 2012.