



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Abrantes

Curso

Licenciatura em Engenharia Mecânica

Ano Lectivo

2008/2009

Ficha da Unidade Curricular

Unidade Curricular	Termodinâmica		
Área Científica	Tecnologias Energéticas e Fluidos		
Classificação curricular	Obrigatória	Semestre Curricular	3º

Créditos ECTS	Horas de trabalho do aluno	Carga horária das sessões de ensino	
		Natureza Colectiva (NC)	Orientação Tutorial (OT)
5,5	148,5	30T+30TP	4,5

Docentes		Categoria
Responsável	Flávio Chaves	Assistente 2º Triénio
Teóricas	Flávio Chaves	Assistente 2º Triénio
Teórico-Práticas	Flávio Chaves	Assistente 2º Triénio

Objectivos

Nesta disciplina é apresentada uma abordagem inicial da Termodinâmica, sob o ponto de vista da Eng. Mecânica, e os exemplos de aplicação procurarão abordar problemas normalmente encontrados pelos Engenheiros Mecânicos no exercício do seu trabalho.

No desenvolvimento das aulas são abordados os tópicos que constam do programa curricular. Convém salientar que a Termodinâmica Clássica, sob a perspectiva macroscópica, é uma ciência que procura apresentar os factos de forma lógica e muitas vezes intuitiva. Como muitas coisas parecem óbvias quando demonstradas por terceiros, a nossa percepção é corrompida pela ideia de que tudo é muito fácil e que seremos capazes de reproduzir as demonstrações com a mesma facilidade. Esta estranha concepção tem sido uma desagradável surpresa quando se realizam as verificações dos conhecimentos adquiridos.

A disciplina de Termodinâmica pretende relembrar e uniformizar noções deste ramo de conhecimento supostamente conhecidas pelos alunos, apresentando um tratamento compreensivo e rigoroso do ponto de vista clássico da Termodinâmica e fornecendo uma base sólida para disciplinas subsequentes nesta área.

Programa Previsto

Capítulo 1: Conceitos e definições básicas (4h NC)

1.1 Sistemas termodinâmicos

1.2 Pontos de vista macroscópico e microscópico

1.3 Propriedade, estado, processo e equilíbrio

1.3.1 Propriedades extensivas e intensivas

1.3.2 Fases e estados físicos da matéria

- 1.4 Transformações reversíveis e irreversíveis
 - 1.4.1 Irreversibilidades
 - 1.4.2 Reversibilidades
 - 1.5 Coordenadas termodinâmicas
 - 1.5.1 Unidades para massa, comprimento, tempo e força
 - 1.5.2 Volume
 - 1.5.3 Massa volúmica e volume específico
 - 1.5.4 Pressão
 - 1.5.5 Temperatura
 - 1.5.6 Energia interna
 - 1.5.7 Entalpia
 - 1.5.8 Entropia
 - 1.6 Princípio zero da termodinâmica
 - 1.7 Metodologia para resolver problemas termodinâmicos
- Capítulo 2: Energia e modos de transferência (8h NC)
- 2.1 Formas de energia
 - 2.2 Conceitos mecânicos de energia
 - 2.2.1 Trabalho e energia cinética
 - 2.2.2 Energia potencial de posição
 - 2.3 Transferência de energia através de trabalho
 - 2.3.1 Convenção de sinais e notação
 - 2.3.2 Trabalho de expansão ou compressão
 - 2.4 Energia transferida pelo calor
 - 2.4.1 Convenção de sinais e notação
 - 2.4.2 Modos de transferência de calor
 - 2.4.3 Calor específico
 - 2.5 Relação entre trabalho e calor
 - 2.6 1º Princípio da Termodinâmica
 - 2.6.1 Definição de variação de energia
 - 2.6.2 Balanço de energia para sistemas fechados
 - 2.6.3 Conservação de massa
 - 2.7 Transformações e transferências de energia
 - 2.7.1 Transformações politrópicas
 - 2.7.2 Transformações hiperbólicas
 - 2.7.3 Transformações adiabáticas e isentrópicas
 - 2.7.4 Transformações isobáricas
 - 2.7.5 Transformações isocóricas
 - 2.7.6 Transformações isotérmicas
- Capítulo 3: Propriedades fundamentais dos gases (8h NC)
- 3.1 Composição do ar seco e padrões adotados
 - 3.2 Lei de Boyle e Mariotte
 - 3.3 Lei de Charles e Gay-Lussac
 - 3.4 Equação característica dos gases perfeitos
 - 3.5 Lei de Joule
 - 3.6 Calores específicos dos gases
 - 3.6.1 Calor específico a volume constante
 - 3.6.2 Calor específico a pressão constante
 - 3.6.3 Diferença entre os calores específicos de um gás
 - 3.7 Misturas de gases
 - 3.7.1 Lei de Dalton das pressões parciais
 - 3.8 Variação de entropia de um gás perfeito
 - 3.9 Considerações sobre os tipos de transformações
 - 3.9.1 Transformações politrópicas
 - 3.9.2 Transformações adiabáticas

- 3.9.3 Transformações isotérmicas
- Capítulo 4: Propriedades de uma substância pura (12h NC)
 - 4.1 Substância pura
 - 4.2 Princípio de estado
 - 4.2.1 Propriedades independentes das substâncias puras
 - 4.3 Fases de uma substância pura
 - 4.3.1 Considerações importantes acerca das mudanças de fase
 - 4.3.2 Substâncias normais e anormais
 - 4.4 Tabelas de propriedades termodinâmicas
 - 4.5 Diagramas de propriedades termodinâmicas
 - 4.5.1 Diagrama p-v
 - 4.5.2 Diagrama p-t
 - 4.5.3 Superfície p-v-t
 - 4.5.4 Diagrama t-s
 - 4.5.5 Outras representações
- Capítulo 5: Primeiro princípio da Termodinâmica – volumes de controlo (12h NC)
 - 5.1 Conservação de massa e volume de controlo
 - 5.1.1 Caudais mássicos e volúmicos
 - 5.2 Balanço de energia para um vc
 - 5.2.1 Energia de deslocamento
 - 5.2.2 Energia total de um fluido em escoamento
 - 5.3 Escoamento em regime permanente
 - 5.3.1 Características dos processos de escoamento em regime permanente
 - 5.3.2 Conservação de massa e energia
 - 5.4 Alguns dispositivos de escoamento em regime permanente
 - 5.4.1 Bocais e difusores
 - 5.4.2 Turbinas e compressores
 - 5.4.3 Válvulas estranguladoras
 - 5.4.4 Tanques misturadores
 - 5.4.5 Permutadores de calor
 - 5.4.6 Escoamento em tubos e condutas
 - 5.5 Processos de escoamento não permanente
 - 5.5.1 Processo de escoamento em regime uniforme
- Capítulo 6: Segunda lei da termodinâmica (4h NC)
 - 6.1 Introdução à segunda lei
 - 6.2 Máquinas Térmicas
 - 6.2.1 Terceiro princípio da termodinâmica
 - 6.3 Frigoríficos e bombas de calor
 - 6.3.1 Rendimento Térmico
 - 6.3.2 Coeficiente de desempenho, COP
 - 6.4 Ciclo de Carnot
 - 6.4.1 Princípios de Carnot
 - 6.4.2 Máquina térmica de Carnot
- Capítulo 7: Ciclos de potência e vapor (12h NC)
 - 7.1 Hipóteses para o ar padrão
 - 7.2 Motores Alternativos
 - 7.3 Ciclo Otto
 - 7.4 Ciclo Diesel
 - 7.5 Ciclo Misto
 - 7.6 Ciclo de Brayton: o ciclo ideal para turbinas a gás
 - 7.6.1 Compressibilidade dos gases – generalidades
 - 7.6.2 Ciclo de potência
 - 7.7 Ciclo de Rankine
 - 7.7.1 O ciclo ideal de potência a vapor

Bibliografia

Fundamental:

- Chaves, F., **Sebenta de Termodinâmica – elementos de apoio**, Biblioteca da ESTA, 2006/2007.
- Çengel, Y. A., Boles, Michael A., **Termodinâmica**, 3rd Ed.; McGraw-Hill (2000)*.
- Çengel, Y. A., **Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer**, McGraw-Hill, 1997*.

Apoio:

- Moran, M. J., Shapiro, H. N., **Fundamentals of Engineering Thermodynamics (SI Version)**, (Third edition), Wiley, 1998.*
- Çengel, Y. A., Boles, Michael A., **Thermodynamics: An Engineering Approach**, 3rd Ed.; McGraw-Hill, 2001*.
- Abbott, M. M., Van Ness, H. C., **Termodinâmica**, McGraw-Hill, 1992*.
- Sonntag, R. E., Borgnakke, C., **Introduction to Engineering Thermodynamics**, Wiley, 2001.*

Webgrafia

CrITÉrios de AvaliaÇão

Avaliação Final

A avaliação de conhecimentos na disciplina de Termodinâmica está dividida em duas partes distintas, mas complementares e obrigatórias:

1. Será realizada 1 (uma) prova escrita de avaliação de conhecimentos (frequência). Nota mínima de 9,5 valores (numa escala de 0 a 20 valores). Os alunos que cheguem ao fim do semestre sem aproveitamento na prova escrita terão a oportunidade de serem avaliados numa prova de avaliação final (exame). Igual critério se aplicará para a época de recurso, trabalhador estudante e época especial.
2. Realização de trabalhos práticos, com elaboração de relatório final e apresentação oral.

A nota final (NF) de avaliação de conhecimentos na disciplina será calculada de acordo com o seguinte critério:

Prova escrita (PE) – 60%

Trabalhos (Trab) – 40%

$$NF = 0,60.PE + 0,40.Trab$$

A classificação final poderá ser afectada por uma informação pessoal, logo subjectiva, do Professor com base nas “impressões” que forem recolhidas durante o período lectivo.

Será usada uma escala percentual de zero a cem, e depois convertida para o sistema adoptado pela Escola.

* Existente na biblioteca da ESTA.

Os trabalhos/projectos individuais e em grupos de dois elementos serão os seguintes:

- **Trabalho 1:** Conversor de unidades.
- **Trabalho 2:** Experiências laboratoriais demonstrativas das leis de Boyle-Mariotte e Charles e Gay-Lussac.
- **Trabalho 3:** Projecto e concepção de uma ferramenta de cálculo das propriedades da água.
- **Trabalho 4:** Análise do circuito de uma máquina frigorífica.
- **Trabalho 5:** Resolução de problemas relacionados com Termodinâmica, recorrendo ao EES.

Cronograma dos trabalhos

Trabalho/Projecto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Escolha dos trabalhos		a)													
Entrega do primeiro trabalho					b)										
Entrega do segundo trabalho								c)							
Entrega do terceiro, quarto e quinto trabalhos														d)	

a) 24 de Setembro de 2008

b) 15 de Outubro de 2008

c) 5 de Novembro de 2008

d) 7 de Janeiro de 2009

Todos os trabalhos serão entregues com relatório em formato de papel e em formato digital. Os alunos terão que apresentar oralmente todos os trabalhos realizados.

Observações

Estratégias pedagógicas adoptadas e sistemas de informação utilizados:

Aulas teóricas – Serão apresentados os conceitos teóricos da matéria a leccionar recorrendo ao retro-projector e à projecção de diapositivos. E serão resolvidos exemplos de exercícios de aplicação no quadro da sala de aulas.

Aulas teórico-práticas – Serão resolvidos exercícios de aplicação prática no quadro da sala de aulas e serão, sempre que necessário, realizadas experiências laboratoriais demonstrativas dos conceitos aprendidos.

Visita de estudo

Complementarmente às aulas, é objectivo do docente realizar pelo menos uma visita de estudo a uma instalação industrial (Central termoeléctrica do Carregado ou do Pego) relacionada com a matéria da disciplina.

A visita de estudo terá lugar na primeira ou segunda semana de Dezembro de 2008, em data a anunciar durante as aulas.

Mecanismos de apoio e acompanhamento dos alunos:

Os alunos poderão também aceder a informações diversas através da página do docente na internet.

Horário de Orientação Tutorial

Dia	Horário	Local
4ª feira	10h00-11h00	Gab. 4 – DEM/ESTA