

Unidade Curricular	Termodinâmica Química I	Área Científica	Termodinâmica e Fenómenos de Transferência							
Licenciatura em	Engenharia Química	Escola	Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança							
Ano Letivo	2023/2024	Ano Curricular	2	Nível	1-2	Créditos ECTS	6.0			
Tipo	Semestral	Semestre	1	Código	9125-755-2105-00-23					
Horas totais de trabalho	162	Horas de Contacto	T 30	TP -	PL 30	TC -	S -	E -	OT -	O -

T - Ensino Teórico; TP - Teórico Prático; PL - Prático e Laboratorial; TC - Trabalho de Campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação Tutoria; O - Outra

Nome(s) do(s) docente(s) Simão Pedro de Almeida Pinho

### Resultados da aprendizagem e competências

No fim da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. Reconhecer a importância da termodinâmica no projeto, desenvolvimento e operação de processos com o objetivo da eficiente utilização de energia.
2. Explicar e aplicar as leis da termodinâmica em diferentes tipos de sistemas e processos, e avaliar as necessidades energéticas em processos químicos.
3. Definir o conceito de idealidade e identificar as suas relações com processos e sistemas reais. Utilizar as leis da termodinâmica para definir a eficiência da utilização de energia em processos.
4. Utilizar e conhecer métodos experimentais para a determinação de propriedades termodinâmicas de substâncias puras.
5. Analisar, interpretar e aplicar informação experimental na resolução de problemas de balanço de energia e de massa.
6. Utilização de informação experimental para a descrição termodinâmica de uma substância pura em condições não disponíveis experimentalmente.
7. Explicar o que é uma equação de estado e reconhecer as características e potencialidades das suas diferentes formas.

### Pré-requisitos

Antes da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. Aplicar conceitos gerais de matemática, em particular cálculo diferencial e integral.
2. Utilização de ferramentas informáticas como MATLAB ou MS Excel.

### Conteúdo da unidade curricular

A 1ª lei da termodinâmica e outros conceitos fundamentais. Propriedades volumétricas de fluidos puros. Efeitos térmicos em processos químicos. Segunda lei da termodinâmica. Propriedades termodinâmicas de fluidos puros. Termodinâmica de processos de fluxo.

### Conteúdo da unidade curricular (versão detalhada)

1. Introdução
  - A importância da termodinâmica. Conceitos fundamentais: unidades, sistema e vizinhança.
  - Escalas de temperatura, força, pressão e volume. Diferentes formas de energia: calor e trabalho.
2. A 1ª Lei da Termodinâmica e outros Conceitos Fundamentais
  - As experiências de Joule. Introdução do conceito de energia interna.
  - Formulação matemática da 1ª lei da termodinâmica.
  - Definição de funções de estado e entalpia. A 1ª lei em processos de fluxo em regime estacionário.
  - O estado de equilíbrio de um sistema e regra das fases de Gibbs.
  - Processos reversíveis. Processos a volume constante e a pressão constante. Capacidades caloríficas.
3. Propriedades Volumétricas de Fluidos Puros
  - Diferentes tipos de diagramas PVT. O conceito de gás ideal. Equação virial e suas aplicações.
  - Equações de estado cúbicas: equações de van der Waals, Redlich-Kwong e Peng-Robinson.
  - Análise do significado físico das soluções das EoS em termos de volumes molares de líquido e vapor.
  - Teorema dos estados correspondentes. Correlações generalizadas para gases: Lee-Kesler e Pitzer.
  - Correlações para líquidos: Lee-Kesler, método de Lydersen, Greenkorn e Hougen, equação de Rackett.
4. Efeitos Térmicos em Processos Químicos
  - Capacidade calorífica e o efeito da temperatura. Entalpias de mudança de fase: equação de Clapeyron.
  - Equações de Riedel e de Watson para o cálculo de entalpias de vaporização.
  - Entalpia de formação, entalpia de reação e entalpia de combustão. Efeito da temperatura.
5. Segunda Lei da Termodinâmica
  - Enunciados da 2ª lei da termodinâmica. Máquinas térmicas. Ciclo de Carnot.
  - Escala termodinâmica de temperatura e a escala de gás ideal.
  - Conceito de entropia. Cálculo de variações de entropia em processos envolvendo gases ideais.
  - Expressão matemática da 2ª lei. Entropia como critério de equilíbrio. 3ª lei da termodinâmica.
  - Análise termodinâmica de processos: trabalho ideal, trabalho perdido e eficiência.
  - Ciclos de conversão de calor em trabalho.
6. Propriedades Termodinâmicas de Fluidos Puros
  - Introdução de duas novas propriedades termodinâmicas: energia de Gibbs e energia de Helmholtz.
  - Relações entre propriedades em fases homogêneas. Relações de Maxwell.
  - Expressões para o cálculo da entalpia e da entropia em função da temperatura e pressão.
  - Expressões para o cálculo das energias de Gibbs e de Helmholtz.
  - Propriedades residuais. Sistemas com duas fases.
  - Tabelas e diagramas de propriedades.
  - Correlações generalizadas para o cálculo de propriedades residuais.
7. Termodinâmica de Processos de Fluxo
  - Definições de volume e superfície de controle. Equações de balanço: massa, energia e entropia.
  - Análise termodinâmica de processos. Cálculo do trabalho ideal e eficiência termodinâmica.
  - Relação entre trabalho perdido e geração de entropia. Irreversibilidades interna e externa.
  - escoamento de fluidos compressíveis. Processos de expansão e compressão.

### Bibliografia recomendada

1. J. M. Smith; H. C. Van Ness e M. M. Abbott, Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 7th Edition, McGraw-Hill, 2005.
2. S. P. Pinho, Manual da Disciplina de Termodinâmica Química I, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão, Bragança, 2006.
3. E. G. Azevedo, Termodinâmica Aplicada, 2ª Edição, Escolar Editora, 2000.
4. S. I. Sandler, Chemical and Engineering Thermodynamics, 3rd edition, John Wiley & Sons, 1999.
5. J. R. Elliot e C. T. Lira, Introductory Chemical Engineering Thermodynamics, Prentice-Hall, 1999.

### Métodos de ensino e de aprendizagem

Exposição teórica dos conceitos e ferramentas fundamentais para a compreensão, aplicação, análise e cálculo relacionados com a área da termodinâmica.

**Métodos de ensino e de aprendizagem**

Apresentação de exemplos práticos e resolução de exercícios. Resolução de exercícios de aplicação acompanhada com a análise crítica dos resultados. Apreciação de exercícios propostos para trabalho de casa. Desenvolvimento de projetos de aplicação.

**Alternativas de avaliação**

1. Alternativa 1 - (Ordinário, Trabalhador) (Final)
  - Projetos - 10% (Desenvolvimento de exercícios de aplicação e sua análise crítica.)
  - Prova Intercalar Escrita - 45% (Teste contemplando os capítulos 1 a 4. Nota mínima: 6.)
  - Prova Intercalar Escrita - 45% (Teste contemplando os capítulos 5 a 7.)
2. Alternativa 2 - (Ordinário, Trabalhador) (Final, Recurso, Especial)
  - Exame Final Escrito - 100% (Exame contemplando toda a matéria lecionada.)

**Língua em que é ministrada**

Inglês

**Validação Eletrónica**

Simão Pedro de Almeida Pinho	Hélder Teixeira Gomes	Ramiro José Espinheira Martins	José Carlos Rufino Amaro
02-10-2023	25-10-2023	25-10-2023	31-10-2023