

Unidade Curricular	Química-Física e Termoquímica	Área Científica	Física/Química
Licenciatura em	Engenharia de Energias Renováveis	Escola	Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança
Ano Letivo	2020/2021	Ano Curricular	2
Tipo	Semestral	Semestre	1
Horas totais de trabalho	162	Horas de Contacto	T 30 TP - PL 30 TC - S - E - OT - O -
Nível	1-2	Créditos ECTS	6.0
Código	9910-377-2105-00-20		

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 desenvolvimento e operação de processos com o objetivo da eficiente utilização e produção de energia.
2. Explicar e aplicar as leis da termodinâmica. Distinguir entalpias de mudança de fase, formação, reação, mistura e dissolução. Aplicar as equações gerais de balanço de massa, energia e entropia.
3. Conhecer diferentes formas de energias renováveis; suas vantagens e desvantagens. Definir equivalente energético e principais fatores ambientais a ter em consideração na sua produção.
4. Utilizar e conhecer métodos experimentais para a determinação de propriedades termodinâmicas.
5. Selecionar alternativas mais apropriadas para a produção de energia.
6. Compreender processos reativos como a hidrólise, fermentação, combustão, etc., e a importância de processos de separação como a destilação, extração ou filtração na produção sustentada de energia.

### Pré-requisitos

Antes da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

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

### Conteúdo da unidade curricular

Conceitos e definições fundamentais. Primeira lei da termodinâmica aplicada a sistemas fechados e de fluxo em estado estacionário. Propriedades termodinâmicas e equilíbrio de fases de fluidos puros e de misturas. Efeitos térmicos em processos químicos. Segunda e terceira leis da termodinâmica. Balanços de massa, energia e entropia. Integração Energética. Energia a partir de combustíveis fósseis, nuclear, a partir de biomassa, eólica ou de outras fontes renováveis.

### Conteúdo da unidade curricular (versão detalhada)

1. Introdução
  - A importância da termodinâmica.
  - Dimensões e unidades.
  - Caracterização do sistema e vizinhança, escalas de temperatura, força, pressão e volume.
  - Diferentes formas de energia: o calor e o 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.
  - Funções de estado e entalpia. A 1ª lei aplicada a 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 Termodinâmicas e Equilíbrio de Fases
  - Mudanças de fase de substâncias puras. Equação de Clausius-Clapeyron.
  - A regra das fases de Gibbs e Teorema de Duhem.
  - Lei de Raoult e lei de Henry.
  - Diagramas de fase. Propriedades coligativas.
4. Efeitos Térmicos
  - Capacidades caloríficas e sua variação com a temperatura.
  - Entalpias de mudança de fase
  - Entalpia de formação, entalpia de reação e entalpia de combustão.
  - Entalpias de dissolução e de mistura.
5. Segunda Lei da Termodinâmica
  - Enunciados da 2ª lei da termodinâmica. Máquinas térmicas. Ciclo de Carnot.
  - Conceito de entropia. Cálculo de variações de entropia.
  - Expressão matemática da 2ª lei da termodinâmica. Entropia como critério de equilíbrio.
  - 3ª lei da termodinâmica.
  - Análise termodinâmica de processos: trabalho ideal, trabalho perdido e eficiência.
6. Termodinâmica de Processos de Fluxo
  - Definições de volume e superfície de controle. Equações de balanço de 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.
7. Integração Energética
  - Introdução. Custos de capital e de operação. Custo de capital aproximado para permutadores de calor.
  - Objectivos MER: métodos do intervalo de temperatura, da curva composta e programação linear.
  - Importância na seleção da temperatura de máxima aproximação entre duas correntes (DTmin).
  - Conceito de ponto de estrangulamento (pinch), utilidades de arrefecimento e aquecimento mínimas.
  - Redes MER. Emparelhamento de correntes a partir do ponto de estrangulamento; regras a obedecer.
  - Número mínimo de permutadores de calor. Identificação de ciclos de calor e sua eliminação.
  - Percursos de calor e relaxação de energia.
  - Divisão de correntes: número mínimo de permutadores de calor em simultâneo com os objectivos MER.
  - Temperatura threshold, selecção de DTmin e utilidades múltiplas.
8. Energia a partir de Diversas Fontes

### 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. J. W. Tester; E. M. Drake; M. J. Driscoll; M. W. Golay e W. A. Peters, Sustainable Energy: Choosing Among Options, 1st Edition, MIT. Press, 2005.
3. A. V. Rosa, Fundamentals of Renewable Energy Processes, 1st Edition, Elsevier Academic Press, 2005.
4. G. Boyle; B. Everett; J. Ramage, Energy Systems and Sustainability, 1st Edition, Oxford University Press, 2003.

**Bibliografia recomendada**

5. S. I. Sandler, Chemical, Biochemical, and Engineering Thermodynamics, 4th edition, John Wiley & Sons, 2006.

**Métodos de ensino e de aprendizagem**

Exposição teórica dos conceitos e ferramentas fundamentais para a compreensão, aplicação, análise e cálculo relacionados com a matéria. Apresentação de exemplos práticos e resolução de exercícios tipo. 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. Época Normal: - (Ordinário, Trabalhador) (Final)
  - Projetos - 20% (Desenvolvimento de exercícios de aplicação e sua análise crítica)
  - Prova Intercalar Escrita - 40% (Exame contemplando a matéria entretanto lecionada Nota mínima: 6.)
  - Exame Final Escrito - 40% (Exame contemplando toda a matéria lecionada)
2. Época de Recurso: - (Ordinário, Trabalhador) (Recurso, Especial)
  - Exame Final Escrito - 100% (Exame contemplando toda a matéria lecionada)

**Língua em que é ministrada**

Português, com apoio em inglês para alunos estrangeiros

**Validação Eletrónica**

Simão Pedro de Almeida Pinho	Hélder Teixeira Gomes	Ana Maria Alves Queiroz da Silva	Paulo Alexandre Vara Alves
12-10-2020	15-10-2020	26-10-2020	23-11-2020