instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Processos de Engenharia Química e Biológica
Licenciatura em Engenharia Química e Biológica

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[4418] Processos de Engenharia Química e Biológica / Chemical and Biological Process Engineering

2. Sigla da área científica em que se insere	CEE
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	121h 30m
5. Horas de contacto	Total: 52h 30m das quais T: 30h 00m | TP: 22h 30m
6. % Horas de contacto a distância	Sem horas de contacto à distância
7. ECTS	4.5
8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular	[1425] Ana Sofia de Oliveira Figueiredo | Horas Previstas: 105 horas
9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular	Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).

Após a aprovação na unidade curricular, o estudante deverá possuir a capacidade de:

1. Desenvolver balanços combinados de massa e entálpicos a processos sem reação, em estado estacionário.

2. Desenvolver balanços combinados de massa e entálpicos a processos com reação, em estado estacionário.

3. Compreensão das especificidades das reações de combustão e os conceitos de Poder Calorífico Superior e Inferior, aplicado a matérias combustíveis.

4. Desenvolver balanços de massa a processos com e sem reação, em estado transiente.

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students).

Upon approval, the student should be able to:

1. Develop combined material and enthalpy balances to nonreactive processes, at steady state.

2. Develop combined material and enthalpy balances to processes with reaction, at steady state.

3. Understanding the specificities of combustion reactions and the concepts of higher and lower calorific value applied to combustible material.

4. Develop material balances to processes with and without reaction, at transient state.

11. Conteúdos programáticos

1. Balanços de massa a processos sem reação química e múltiplas operações unitárias, envolvendo correntes de reciclo.

2. Balanços de massa a processos com reação e múltiplas operações unitárias. Purga.

3. Balanços entálpicos a processos sem reação química, em estado estacionário. Formas de energia. Condições de referência. Tabelas termodinâmicas da água. Calor sensível, calor latente, capacidade calorífica, entalpia de mudança de fase.

4. Balanços entálpicos a processos com reação química, em estado estacionário. Calores de reação. Cálculo dos calores de reação (Lei de Hess). Calores de formação. Processos com condições de saídas desconhecidas.

5. Reações de combustão. Calores de combustão. Cálculo de poder calorífico de combustíveis. Temperatura adiabática de chama. 6. Balanços de massa, em estado transiente. Balaços diferenciais. Balanços integrais.

11. Syllabus

1. Material balances to processes without chemical reaction and multiple unit operations, involving recycle streams.

2. Material balances to processes with reaction and multiple unit operations. Purge.

3. Enthalpy balances to non-reactive processes, at steady state. Forms of energy. Reference state. Steam tables. Sensitive heat, latent heat, heat capacity, enthalpy of phase change.

4. Enthalpy balances to processes with chemical reaction, at steady state. Heat of reaction. Calculation of heat of reaction (Law of Hess). Heat of formation. Processes with unknown outlet conditions.

5. Combustion reactions. Heat of combustion. Calculation of calorific values of fuels. Adiabatic flame temperature.

6. Material balances, at transient state. Differential balances. Integral balances

12. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Os conteúdos lecionados na unidade curricular permitem ao aluno adquirir sensibilidade e metodologias para poder interpretar processos químico/biológicos como um conjunto interligado de etapas que possibilitam a transformação de matéria-prima num produto de interesse. Através dos balanços de massa com e sem reação os alunos poderão quantificar os materiais envolvidos nas diversas etapas dos processos químicos e biológicos (ponto 1,2,5 e 6 do programa), e através dos balanços entálpicos (ponto 3 e 4 do programa), os alunos poderão determinar os requisitos entálpicos do processo.

12. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

The concepts taught in the course allow the student to acquire sensitivity and methodologies to be able to interpret chemical/biological processes as an interconnected set of steps that enable the transformation of raw material into a product of interest. Through mass balances with and without reaction, students will be able to quantify the materials involved in the various stages of chemical and biological processes (points 1, 2, 5, and 6 of the program), and through the enthalpic balances (point 3 and 4 of the program), students will be able to determine the enthalpic needs of the process.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico

A metodologia de ensino envolve aulas teóricas (T) e teórico-práticas (TP) com uma média semanal de contacto de 2 h (T) e 1,5 h (TP). Os conteúdos teóricos são apresentados através de exposição oral com auxílio de slides, sendo apresentados problemas tipo que apliquem os conceitos teóricos. Nas aulas TP são resolvidos problemas, de um conjunto de exercícios facultados aos alunos, sendo estes encorajados a discutir estratégias de resolução com os colegas e a apresentar a sua resolução à turma.

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model

The teaching methodology involves theoretical (T) and theoretical-practical (TP) classes with a weekly contact of 2 h (T) and 1.5 h (TP). The theoretical contents are presented through oral presentation with the aid of slides, and typical problems that apply the theoretical concepts are presented. In TP classes, problems are solved, from a set of problems provided to students, and students are encouraged to discuss solving strategies with their classmates and present their solutions to the class.

14. Avaliação

A avaliação é efetuada unicamente por avaliação com exame final escrito (EF). A aprovação é obtida com nota final mínima de 9,50 valores (0-20) no EF.

14. Assessment

The evaluation is carried out only through a written final exam (FE). Approval is given with a minimum final mark of 9.50. (0-20) in FE.

15. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

O objetivo principal desta unidade curricular é ensinar a formular e resolver sistematicamente problemas de balanços de massa e entálpicos. Para esta unidade curricular os alunos deverão ter presentes conceitos adquiridos em unidades curriculares anteriores, como Introdução à Engenharia Química e Biológica e Termodinâmica. Após apresentação de conceitos teóricos, os alunos aplicam os seus conhecimentos através da resolução de um conjunto de problemas, fornecidos pelo docente. Durante as aulas os alunos são incentivados a resolver alguns problemas de uma forma interactiva com os restantes colegas e com o docente, realçando-se a importância desta atividade para a consolidação da matéria. Os problemas são fornecidos aos alunos sob o formato de texto, sendo depois traduzidos para uma linguagem de engenharia. O texto descritivo é substituído por um desenho esquemático (fluxograma), onde através de blocos, outros símbolos que representem unidades de processo (reatores, destiladores, evaporadores, etc...) e linhas que indicam os caminhos de fluxo das matérias primas e dos produtos, descreve-se o processo de forma simples e objetiva, através de uma coordenação sequencial que integra as unidades de conversão química (reatores) às demais unidades de operações físicas. Após este trabalho inicial são então deduzidas as equações e balanço material que permitem determinar todas as quantidades envolvidas no processo. Para os balanços entálpicos, após realizado o balanço material, os alunos através da consulta de tabelas de entalpia específica, capacidade calorífica específica, entalpia padrão de combustão e entalpia padrão de formação podem realizar os cálculos necessários para avaliar os requisitos energéticos do processo.

15. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

The main objective of this course is to teach how to systematically formulate and solve material and enthalpy balance. For this course, students should keep in mind concepts acquired in previous courses, such as Introduction to Chemical and Biological Engineering and Thermodynamics. After the presentation of theoretical concepts, students apply their knowledge by solving a set of problems, provided by the teacher. During the classes, students are encouraged to solve some problems interactively with the rest of their classmates and with the teacher, highlighting the importance of this activity for the consolidation of the subject. The problems are provided to the students in text format and then translated into an engineering language. The descriptive text is replaced by a schematic drawing (flowchart), where through blocks, other symbols that represent process units (reactors, distillers, evaporators, etc.), and lines that indicate the flow paths of raw materials and products, the process is described simply and objectively, through sequential coordination that integrates the chemical conversion units (reactors) with the other units of physical operations. After this initial work, the material balance equations are then deduced to determine all the quantities involved in the process. For the enthalpy balances, after the material balance is solved, the students can perform the necessary calculations to evaluate the energy requirements of the process by consulting tables of specific enthalpy, specific heat capacity, standard enthalpy of combustion, and standard enthalpy of formation.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. Felder, R. M., & Rousseau, W. (2016). Elementary Principles of Chemical Process (4th ed.). John Wiley & Sons.

2. Himmelblau, D. M. (2023). Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering (9th ed.). Prentice-Hall.

3. Denn, M. M. (2012). Chemical Engineering: An Introduction. Cambridge University Press.

4. Solen, K.A. (2010). Introduction to Chemical Engineering: Tools for Today and Tomorrow (5th ed.). Wiley.

5. Doran, P. M. (2013). Bioprocess Engineering Principles (2nd ed.). Academic Press.

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC: 2025-07-30

Data de aprovação em CP: 2025-07-29