instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Fenómenos de Transferência 1
Licenciatura em Engenharia Química e Biológica

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[4421] Fenómenos de Transferência 1 / Transport Phenomena 1

2. Sigla da área científica em que se insere	CEE
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	135h 00m
5. Horas de contacto	Total: 60h 00m das quais T: 30h 00m | TP: 21h 00m | P: 9h 00m
6. % Horas de contacto a distância	Sem horas de contacto à distância
7. ECTS	5
8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular	[1425] Ana Sofia de Oliveira Figueiredo | Horas Previstas: N/D
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).

A disciplina de Fenómenos de Transferência 1 introduz conceitos fundamentais de quantidade de movimento em fluidos, fundamentos da transferência de energia, identificação e quantificação dos mecanismos de transferência de calor (condução, convecção e radiação).Os objetivos da unidade curricular são:

1. Aprendizagem de conceitos fundamentais de transporte de quantidade de movimento e calor;

2. Aplicação dos conceitos do ponto 1 na resolução de problemas variados em diferentes áreas de engenharia;

3. Aplicação a problemas práticos de dimensionamento de sistemas de transporte de fluidos e permutadores de calor.

Estes conhecimentos são fundamentais para o curso de Engenharia química, nomeadamente em projeto, onde os alunos são solicitados a fazer frequentemente balanços de energia que envolvem os vários mecanismos de transferência de calor.

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

The course of Transfer Phenomena 1 applies the fundamental concepts of fluid dynamics, identification, and quantification of heat transfer mechanisms (conduction, convection, and radiation).The objectives of this course are:

1. Learning fundamental concepts of transport of quantity of movement and heat;

2. Application of the concepts of point 1 in solving problems in different areas of engineering;

3. Application to practical problems of sizing of fluid transport systems and heat exchangers.

This knowledge is fundamental for the Chemical and Biological Engineering course, namely in Project, where students are frequently asked to scale energy balances involving the various mechanisms of heat transfer.

11. Conteúdos programáticos

1. Transferência de momento. Lei de Newton da viscosidade. Balanços de movimento e energia, equação de Bernouilli. Equação de Navier Stokes. Número de Reynolds: regime laminar e turbulento. Factor de atrito. Perdas de carga. Medidores de caudal. Bombas: selecção de bombas centrífugas, curvas características das bombas e sistema, potência e cavitação.

2. Transferência de calor. Mecanismos de transferência de calor: condução, convecção e radiação. Condução: Lei de Fourrier em regime estacionário unidimensional em sistemas planos e radiais. Isolamento térmico. Convecção: Lei de Newton. Camadas limites de convecção. Coeficientes de convecção. Convecção forçada, natural e com mudança de fase. Radiação. Lei de Stefan-Boltzmann. Intensidade de radiação. Corpo negro, corpo cinzento. Troca radioactiva entre superfícies.

3. Permutadores de calor. Tipos de permutadores de calor. Análise do desempenho, selecção e dimensionamento.

11. Syllabus

1. Balance of momentum and energy. Newton's law of viscosity. Bernouilli's equation. Navier-Stokes equation. Reynolds number: laminar and turbulent regime flow. Friction factor. Pressure drop. Types of Flowmeters. Pumps: selection of centrifugal pumps, characteristic curves of pumps and system, power, and cavitation.

2. Heat transfer. Mechanisms of heat transfer: conduction, convection, and radiation. Conduction: Fourier's law in steady state in plane and radial systems. Thermal insulation. Convection: Newton's Law Convection, the convection transfer problem, then convection boundary layers, momentum and heat transfer (Reynolds) analogy, the convection coefficients, external flow, internal flow, free convection, boiling, and condensation. Radiation. Stefan - Boltzmann law. Black body radiation, gray body. Radioactive exchange between surfaces.

3. Heat exchangers: Performance/design analysis. Equipment selection. Design of concentric tube and shell-and-tube exchangers.

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

No ponto 1 do programa, são lecionados conteúdos fundamentais sobre quantidade de movimento, através da equação de Bernouilli, da determinação do regime de escoamento, das perdas de carga a que o fluido está sujeito. Com estes conceitos o aluno estará capacitado para dimensionar sistemas de transporte de fluidos: tubagens, medidores de caudal, bombas, outros acessórios.

No tópico 2 são lecionados conteúdos que permitem ao aluno adquirir conhecimento sobre os mecanismos de transferência de calor, nomeadamente a condução aplicada a sistemas unidimensionais, a geometrias planas e cilíndricas; convecção forçada, natural e com mudança de estado; e a transferência de calor por radiação que trata da troca radiativa entre superfícies separadas por um meio.

No tópico 3 são apresentados os vários tipos de permutador de calor, e quais as variáveis que controlam o processo permitindo ao aluno fazer a seleção e o dimensionamento do permutador de calor mais adequado a determinado processo.

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

Point 1 of the program, fundamental concepts are taught in the field of fluid mechanics through the Bernoulli equation, the determination of the regime flow, and the pressure drop to which the fluid is subjected. With these concepts, the student will be able to design fluid transport systems: pipes, flow meters, pumps, and other accessories.

In topic 2, contents are taught that allow the student to acquire knowledge about the mechanisms of heat transfer, namely conduction applied to one-dimensional systems, plane and cylindrical geometries; convection (forced, natural, phase change); and radiation heat transfer which deals with the radiative exchange between surfaces separated by a medium.

In topic 3, the various types of heat exchangers are presented, and which variables control the process, allowing the student to make the selection and sizing of the most appropriate heat exchanger for a given process.

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

Os conteúdos teóricos são apresentados aos alunos seguindo-se resolução de problemas em sala de aula. Nas aulas PL, de frequência obrigatória, são realizados trabalhos laboratoriais que aplicam conceitos apreendidos.

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

The theoretical contents are presented to the students followed by problem solving in the classroom. In PL classes, which are mandatory, laboratory work is carried out that applies concepts learned.

14. Avaliação

A avaliação engloba as componentes laboratorial (TL) e teórica (T). A componente TL inclui desempenho laboratorial, realização de relatórios, folhas de resultados e discussão dos trabalhos. A componente T é efetuada por avaliação distribuída com exame final. A avaliação distribuída compreende a realização de dois testes escritos (TE). Os estudantes com avaliação positiva na avaliação distribuída ficam dispensados do exame final (EF). A aprovação é obtida com classificação mínima nos dois TE de 8,00 e média mínima de 9,50. Em EF, a classificação mínima é 9,50. A TL tem classificação mínima de 9,50. A nota final ponderada mínima (NF) é 9,50 valores, obtida por: NF=0,30TL+0,70TE ou NF=0,30TL+0,70EF. A avaliação não contempla a realização de exames parciais.

14. Assessment

Evaluation includes laboratory (LW) and theoretical evaluation (T). The LW includes laboratory performance, reports, results sheets and reports discussion. T evaluation is carried out through distributed assessment with a final exam (FE). Distributed assessment includes two written tests (WT). Students are exempted from the FE if obtain a positive evaluation in the distributed assessment. Approval is given with a minimum classification in the two WT of 8.00 and a minimum average of 9.50 v; the minimum FE classification is 9.50. The LW has a minimum classification of 9.50. The minimum weighted final mark (FM) is 9.50 (0-20) and is obtained by: FM=0.30LW+0.70WT or FM=0.30LW+0.70xFE. Knowledge assessment does not include partial exams.

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

O objetivo principal da disciplina é a aprendizagem de conceitos fundamentais na área de mecânica de fluidos; de transferência de calor por condução, convecção e radiação; e a sua aplicação na resolução de problemas variados em diferentes áreas de engenharia. Para esta unidade curricular os alunos deverão dominar a realização de balanços de massa e entálpicos lecionados em unidades curriculares anteriores, como Introdução à Engenharia Química e Biológica e Processos de Engenharia Químicos se Biológicos, conceitos básicos de Termodinâmica deverão também ser usados. Toda a matéria é acompanha de exemplos práticos de maneira que o aluno consiga identificar o tipo de resistência à transferência de calor, quantitativamente e qualitativamente, de maneira que a possa determinar. A identificação do mecanismo, resistência que controla o processo de transferência de calor é depois aplicada ao dimensionamento de isolamentos e permutadores de calor. A resolução de exercícios numéricos é também uma ferramenta importante para a compreensão e aplicação dos conceitos lecionados. Nas sessões laboratoriais são realizadas atividades experimentais que permitem uma melhor compreensão dos principais conceitos. Os trabalhos práticos tentam abranger o mais possível o conteúdo teórico lecionado. Os trabalhos propostos permitem o contacto dos alunos com metodologias e equipamentos próprios a cada uma das áreas, aumentando a sua competência experimental nestes campos, mas também a componentes transversais da prática laboratorial como o tratamento informático de resultados ou a pesquisa bibliográfica; permite também aos alunos analisar e criticar os resultados experimentais de acordo com os conceitos teóricos adquiridos.
Após a aprovação na unidade curricular, o aluno deverá possuir a capacidade de:

1. Dimensionar sistemas de transporte de um fluido (tubagens, medidores de caudais, bombas).

2. Compreender os fundamentos da transferência de energia, desenvolver a capacidade de os interpretar e aplicar na resolução de problemas práticos.

3. Analisar equipamentos de transferência de calor, e ser capaz de aplicar conhecimentos adquiridos tendo em vista a seleção e dimensionamento de permutadores de calor.

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

The main objective of the course is to learn fundamental concepts in the field of fluid mechanics; of heat transfer by conduction, convection, and radiation; and its application in the resolution of problems in different areas of engineering. For this course, students should solve material and enthalpic balances taught in previous curricular units, such as Introduction to Chemical and Biological Engineering and Chemical and Biological Process Engineering, and basic concepts of thermodynamics. All subjects are accompanied by practical examples so that the student can identify the type of resistance to heat transfer, quantitatively and qualitatively, in a way that can determine it. The identification of the mechanism, and resistance that controls the heat transfer process is then applied to the sizing of heat exchangers and insulation. Solving numerical problems is also an important tool for understanding the concepts taught. The practical laboratory work tries to cover as much as possible the theoretical content. In the laboratory sessions, experimental activities are carried out to allow a better understanding of the main concepts. The practical assignments try to cover as much as possible the theoretical content taught. The proposed works allow students to have contact with methodologies and equipment specific to each of the areas, increasing their experimental competence in these fields, but also transversal laboratory skills as the computer treatment of results or bibliographic research; It also allows students to analyze and criticize experimental results according to the theoretical concepts acquired. Upon approval in this course, the student must have the ability to:

1. Design fluid transport systems (pipes, flow meters, pumps).

2. Understand the fundamentals of energy transfer, and develop the ability to interpret and apply them in solving practical problems.

3. Analyze heat transfer equipment and be able to apply acquired knowledge to select and size heat exchangers.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. Bergman, T. H., Lavine, A. S., Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (2018). Introduction to Heat Transfer (8th ed.). John Wiley & Sons.

2. White, F. M. (2021). Fluid Mechanics (9th ed.). McGraw-Hill.

3. Holman, J. P. (2010). Heat Transfer (10th ed.). McGraw-Hill.

4. Nevers, N. (2021). Fluid Mechanics for Chemical Engineering (4th ed.). McGraw-Hill.

5. Çengel, Y. A. (2002). Heat Transfer a Practical Approach (2nd ed.). McGraw-Hill.

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC: 2025-07-30

Data de aprovação em CP: 2025-07-29