

Ficha de Unidade Curricular LEQB

Unidade Curricular

Português

Fenómenos de Transferência 1

Inglês

Transport Phenomena 1

Total de horas

Teóricas

33

Teórico-práticas

21

Práticas Laboratoriais

6

Docente Responsável

Nome completo

Ana Sofia de Oliveira Figueiredo

Outros Docentes

Nome completo 1

Jaime Filipe Borges Puna

Nome completo 2

Nome completo 3

Nome completo 4

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

Learning outcomes of the curricular unit

A disciplina de Fenómenos de Transferência I 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). Objetivo principal da disciplina é a aprendizagem de conceitos fundamentais de transporte de quantidade de movimento e calor, a sua aplicação na resolução de problemas variados em diferentes áreas de engenharia. 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.

No laboratório serão realizadas dois trabalhos sobre fluidos e dois sobre transferência de calor para aplicação e validação dos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas.

The course Transport Phenomena 1 applies the fundamental concepts of fluid dynamics, identification and quantification of heat transfer mechanisms (conduction, convection and radiation). The main objective of the course is to learn fundamental concepts of transport of quantity of movement and heat, in its application in solving varied problems in different areas of engineering. Application to practical problems of dimensioning of fluid transport systems and heat exchangers.

Knowledge is fundamental to the course of chemical engineering throughout the project, where students are asked to scale the energy balances involving the various mechanisms of heat transfer.

In the laboratory, experimental work was carried out to apply and validate the knowledge acquired in the theoretical classes.

Conteúdos programáticos

Syllabus

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

Serão realizados trabalhos laboratoriais sobre a matéria lecionada.

1. Balance of momentum and energy, Bernoulli. Newton's law of viscosity. Reynold: laminar and turbulent flow, the friction factor, head loss, turbulent flow, Hagen-Poiseuille equations. Types of fluid-flow measuring.

Pumps: Centrifugal pumps, pump performances curves, pump cavitation.

2. Heat transfer. Mechanisms of heat transfer: conduction, convection and radiation. Conduction: Fourier's Law for steady one-dimensional systems and radial planes. Insulation. 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 Heat exchangers: Performance/design analysis. Equipment selection. Design of concentric tube and shell-and-tube exchangers. Laboratory work on a subject will be carried out.

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular *Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives*

No primeiro módulo: Transferência de Momento são lecionados conceitos para efetuar balanços de quantidade de movimento a vários tipos de processos, são identificados e quantificados os vários tipos de energia que um determinado sistema precise para que um fluido seja transportado do ponto A para o ponto B. É apresentado um conjunto de conceitos/tópicos para caracterizar o sistema em estudo. O dimensionamento de qualquer equipamento é baseado no tipo de regime, aprendendo o quantificar o mesmo, para dimensionar o sistema de transporte: tubagens, medidores de caudal, bombas, outros acessórios. No segundo módulo: Transferência de Calor são lecionados conceitos sobre os mecanismos de Transferência de Calor: condução, convecção e radiação. A transferência de calor é aplicada a sistemas em estado estacionário. A condução é aplicada a sistemas unidimensionais, a geometrias planas e cilíndricas. A matéria lecionada permite resolver problemas de condução de calor, o desenvolvimento de expressões analíticas para a determinação da distribuição de temperatura e fluxo de calor em sólidos. O conceito de resistência térmica é introduzido para analisar a transferência de calor em camadas compostas. Na parte da convecção, estuda-se a convecção forçada, natural e com mudança de estado. Na convecção forçada e natural são relacionadas as equações de movimento e da energia para o caso de fluxo incompressível unidimensional. Discute-se o significado físico dos vários termos destas equações e o seu emprego na formulação de problemas. Apresenta-se uma análise aproximada da camada limite, para ilustrar o emprego da equação de energia na previsão do coeficiente de transferência de calor. Na convecção com mudança de estado é dada especial ênfase á condensação, apresentam-se as correlações de transferência de calor a elas associadas. A transferência de calor por radiação trata da troca radiativa entre superfícies separadas por um meio. Discute-se, a absorção emissão, reflexão e radiação entre superfícies reais e desenvolve-se o conceito de corpo negro. Neste módulo são dados os vários tipos de permutador de calor de acordo com a sua classificação, quais as variáveis que controlam o processo de transferência de calor de maneira a que o aluno possa escolher o permutador mais adequado e dimensionar o mesmo.

Na parte laboratorial realizar-se-ão trabalhos sobre o transporte de fluidos: com um banco de bombas à escala piloto e uma instalação pneumática determinando: perdas de carga nos vários acessórios da instalação, medidores de caudal, curvas características das bombas, potência e HCEPS; e transferência de calor: permutador de casco e tubos onde determinam o coeficiente global de transferência de calor, o rendimento, as temperaturas de saída dos fluidos e comparam com os valores teóricos. Estudam também a influência dos caudais e temperaturas de entrada no rendimento obtido. Os conceitos de radiação são também consolidados através de experiências com o cubo de Lesli.

In the first module: Moment Transfer are concepts to carry out movement quantity balances to various types of processes, the various types of energy are identified and quantified, and a defined system is required for a fluid to be transported from point A to point point B. It is a set of concepts/topics to characterize the system under study. The sizing of any equipment is based on the type of regime, learning to quantify it, to size the transport system: pipes, flow meters, pumps, other accessories.

In the second module: Heat Transfer are taught concepts about the mechanisms of Heat Transfer: conduction, convection and radiation. Heat transfer is applied to steady state systems. The conduction is applied to one-dimensional systems, to plan and cylindrical geometries. The studied material allows solving heat conduction problems, the development of analytical expressions for the determination of temperature distribution and heat flux in solids. The concept of thermal resistance is introduced for the analysis of heat transfer in composite layers. In the part of the convection, forced convection, natural and with change of state is studied. In forced and natural convection are related as equations of motion and energy for the case of one-dimensional incompressible flow. The physical meaning of the various terms of your equation is discussed in its formulation of problems. We present an approximate analysis of the boundary layer, to illustrate the use of the energy equation in the prediction of the coefficient of heat transfer. In convection with change of state and given special emphasis the condensation, ultimately as correlations of heat transfer and associated therewith.

Radiation heat transfer deals with the radiative exchange between surfaces separated by a medium. It discusses an emission of absorption, reflection and radiation between real surfaces and develop the concept of black body. The modules are provided with instruments, such as variables, which control the process of heat transfer in a manner and are made available. Allow yourself to adjust and size the same.

Work on fluid transport will be carried out on the laboratory side: with a pilot scale pump bank and a pneumatic system: load losses in the various installation accessories, flow meters, pump characteristic curves, power and HCEPS ; and heat transfer: hull exchanger and tubes where the overall heat transfer coefficient, or yield, is composed as the fluid outlet temperatures and compare with the theoretical values. They also study an influence of flow rates and input temperatures on the yield obtained. Radiation concepts are also consolidated through experiments with the Lesli cube.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Teaching methodologies (including evaluation)

Metodologias de Ensino: Nesta unidade curricular são primeiramente introduzidos os conhecimentos teóricos. À posterior estes conhecimentos são consolidados através da resolução de problemas.

As competências teóricas e práticas adquiridas são testadas através da resolução de um caso real fora das aulas. Este trabalho é dividido em duas partes, tendo o aluno que entregar cada uma no dia do teste. O objectivo preparar os alunos para a avaliação.

A realização de trabalhos laboratoriais permitirá aplicar, verificar e validar diversos conceitos aprendidos nas aulas teóricas e teórico-práticas.

Avaliação em período letivo: Dois testes escritos (nota mín. em cada teste é de oito), sendo a média não inferior a 10, correspondendo a 70%. O trabalho correspondente a 10% e a parte Laboratorial 20% (nota mín. 9.5).

$$NF = 0.7 \times (1T + 2T) / 2 + 0.1 \times TP + 0.2 \times PL$$

Avaliação por exame: Exame com duração de 3 horas abrangendo toda a matéria. Aprovação com a classificação mínima 10.

$$NF = 0.8 \times NE + 0.2 \times PL$$

Teaching methodologies: This course is first introduced theoretical knowledge. To further this knowledge is consolidated by solving problems.

The theory and practical skills acquired are tested by solving a real case outside the classroom. This work is divided into two parts. Having each student to deliver on test day. The aim of preparing students for assessment.

The laboratory work will allow to apply, verify and validate several concepts learned in theoretical and theoretical-practical classes.

Continuous evaluation: Two written tests. Minimum approval classification of 8 in each one and final minimum score of 10, their average corresponding to 70% of the final classification. Resolution of two home work

corresponding to 10% and Laboratory evaluation 20% (minimum 9.5).

$$NF = 0.7 \times (1T + 2T) / 2 + 0.1 \times TP + 0.2 \times PL$$

Final exam evaluation: Examination: Written test lasting 3 hours. Approval minimum classification of 10.

Formula for the calculation of Final Grade (NF):

$$NF = 0.8 \times NE + 0.2 \times PL$$

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

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

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 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 Fundamentos de Processos de Processos Químicos se Biológicos, conceitos básicos de termodinâmica deverão também ser usados.

Toda a matéria é acompanhada 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. Para além da resolução de exercícios de aplicação rápidos, no final de cada capítulo são resolvidos problemas conceptuais e numéricos mais complexos de modo a consolidar os conteúdos lecionados.

Através do trabalho teórico-prático os alunos adquirem capacidade para dimensionar: tubagens, bombas e permutadores de um processo real. Aplicam neste trabalho os conceitos adquiridos na teórica, escolhendo o equipamento (tubagem, bombas e permutadores de calor) mais adequado ao processo em questão.

Nas sessões laboratoriais são realizadas atividades experimentais que permitam 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. 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 selecção e dimensionamento de permutadores de calor. Seleccionar e dimensionar isolamentos para determinados equipamentos.

De acordo com os conhecimentos adquiridos é também feita a sua aplicação em cálculos de projecto para equipamentos de transferência de calor nomeadamente permutadores de calor.

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 to its application in the resolution of varied problems in different areas of engineering.

For this curricular unit students, should master the realization of mass and enthalpic balances taught in previous curricular units, such as Introduction to Chemical and Biological Engineering and Fundamentals of Processes of Chemical and Biological Processes, basic concepts of thermodynamics should also be used.

All matter is 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, resistance that controls the heat transfer process is then applied to the design of insulation and heat exchangers.

The resolution of numerical exercises is also an important tool for understanding and applying the concepts taught. In addition to solving quick application exercises, at the end of each chapter, more complex conceptual and numerical problems are solved to consolidate the content taught.

Through the theoretical-practical work students acquire the capacity to dimension: piping, pumps and heat exchangers of a real process. Apply in this work the concepts acquired in theory, choosing the equipment (piping, pumps and heat exchangers) more suitable to the process in question.

In the laboratory sessions, experimental activities are carried out that allow a better understanding of the main concepts. The practical work tries to cover as much as possible the theoretical content taught. The proposed work allows the students to contact their own methodologies and equipment in each of the areas, increasing their experimental competence in these fields, but also to transversal components of laboratory practice such as computerized results processing or bibliographic research. Analyze and critique the experimental results according to the theoretical concepts acquired.

After approval in the course unit, the student should have the ability to:

1. Dimension transport systems of a fluid (piping, flow meters, pumps).
2. Understand the fundamentals of energy transfer, develop the ability to interpret and apply them in solving practical problems.
3. Analyze heat transfer equipment, and be able to apply acquired knowledge for the selection and design of heat exchangers. Select and size insulation for certain equipment.

According to the knowledge acquired, it is also applied in design calculations for heat transfer equipment, namely heat exchangers.

Bibliografia Principal

Main Bibliography

1. Theodore L. Bergman, Adrienne S. Lavine, Frank P. Incropera, David P. DeWitt, Introduction to Heat Transfer, 6th ed., John Wiley & Sons, 2013
2. Frank. M. White, Fluid Mechanics, 7th ed McGraw-Hill, 2011
3. Jack. P. Holman, Heat Transfer, 10th ed McGraw-Hill, 2010.
4. Noel Nevers, Fluid Mechanics for Chemical Engineering, 3rd ed. McGraw-Hill, 2004
5. Yunus A. Çengel, Heat Transfer a Pratical Approach, 2th ed. McGraw-Hill, 2002