

Reatores Heterogêneos e Catálise

Ocorrência: 1.º Ano, 1.º Semestre

Carga Horária: TP: 30,0; PL: 22,5

Área Científica: Processos em Engenharia Química e Biológica

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

Aquisição de conhecimentos no estudo do dimensionamento e operação de reatores catalíticos heterogêneos. Aquisição de competências na análise da eficiência de catalisadores sólidos, na seleção das espécies catalíticas para um determinado processo catalítico e na caracterização do catalisador.

Conteúdos programáticos:

1. Introdução à catálise heterogênea e catalisadores. Propriedades dos catalisadores, sua importância e aplicações.
2. Catalisadores heterogêneos: tipos de catalisadores, caracterização físico-química, textural e funcional. Seletividade e atividade catalítica. Zeólitos: propriedades, aplicações e estruturas dos zeólitos mais utilizados industrialmente.
3. Cinética das reações catalíticas heterogêneas: mecanismos de Langmuir-Hinshelwood e Rideal-Eley. Cálculo da velocidade de reações e constantes cinéticas. Difusão e reação num catalisador.
4. Reatores heterogêneos: características gerais dos reatores catalíticos heterogêneos, tipos e aplicações. Considerações de dimensionamento.

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

Com esta UC pretende-se que o estudante adquira conhecimentos no dimensionamento e operação de reatores catalíticos heterogéneos bem como em seleção e caracterização de catalisadores sólidos. Os conteúdos programáticos garantem a formação adequada para atingir os objetivos, abrangendo todos os temas necessários para o efeito. Deste modo, no 1.º capítulo procede-se a uma introdução com ênfase nas aplicações dos catalisadores heterogéneos. Num 2.º capítulo são apresentados os principais tipos de catalisadores heterogéneos e sua caracterização, seguido pelo capítulo 3, onde se lecionam as reações de catálise em reatores heterogéneos, que recorrem aos catalisadores já introduzidos no capítulo anterior.

Finalmente no último capítulo, são abordadas características e aplicações dos reatores heterogéneos, juntamente com algumas noções e critérios para o seu dimensionamento.

Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A matéria teórica é apresentada com recurso a slides de PowerPoint de forma dinâmica e interativa com os estudantes, intercalando com a resolução de exercícios de aplicação prática para reforço de aquisição de conteúdos em aulas cuja tipologia é teórico/práticas. Serão ainda desenvolvidos trabalhos laboratoriais de grupo onde se aplicam os conceitos lecionados, por exemplo na síntese e caracterização de catalisadores.

Será disponibilizado material de consulta sobre as matérias lecionadas na plataforma Moodle.

Avaliação contínua:

- 2 testes de 40% cada.
- 2 trabalhos laboratoriais: 20%.

Avaliação por exame em 1.ª ou 2.ª época (100%).

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

A unidade curricular de Reatores heterogéneos e catálise tem como objetivos dotar os estudantes de conhecimentos sobre processos catalíticos com catalisadores sólidos utilizados pelas indústrias químicas. Ao mesmo tempo pretende-se que os estudantes adquiram conhecimentos que lhes permitam analisar e selecionar o catalisador adequado, bem como dimensionar o equipamento. As metodologias de ensino, nomeadamente a tipologia das aulas em teórico/práticas permite consolidar melhor os conhecimentos, pois os conteúdos são apresentados na componente teórica de forma intercalada com a componente prática através da resolução de exercícios. A realização de

testes individuais permite inculir nos estudantes a autonomia e capacidades necessárias para a resolução de problemas e análise e projeto/dimensionamento de equipamentos.

Bibliografia:

1. H. Scott Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, 3rd edition, Prentice-Hall, 1998.
2. Catálise Heterogénea, J.L. Figueiredo e F. Ramôa Ribeiro, Fundação Calouste Gulbenkian, 2007.
3. Handbook of Heterogeneous Catalysis, G. Ertl, H. Knozinger, J. Weitkamp, Wiley-VCH, 1997, ISBN3-527-29212-8.
4. Francisco Lemos, José Madeira Lopes, Fernando Ramôa Ribeiro, "Reactores Químicos", IST Press, Lisboa, 2002.

Heterogeneous Reactors and Catalysis

Calendar: 1st Year, 1st Semester

Contact Hours: TP: 30.0; PL: 22.5

Scientific Area: Processes in Chemical and Biological Engineering

Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Acquisition of knowledge in the study of the design and operation of heterogeneous catalytic reactors.

Acquire skills in the efficiency study of solid catalysts; selection of catalytic species for a given catalytic process and catalyst characterization.

Syllabus:

1. Introduction to heterogeneous catalysis and catalysts. Properties of the catalysts, their importance and applications.
2. Heterogeneous-catalysts: catalyst types, physico-chemical, textural and functional characterization. Catalytic activity and selectivity. Zeolites: properties, applications and more structures of the zeolites used industrially.
3. Kinetics of heterogeneous catalytic reactions: Langmuir-Hinshelwood and Eley-Rideal mechanisms. Calculating the speed of reactions and kinetic constants. Diffusion and reaction in a catalyst.
4. Heterogeneous reactors: general characteristics of heterogeneous catalytic reactors, types and applications. Sizing considerations.

Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

With this curricular unit it is intended that students acquire knowledge in the design and operation of heterogeneous catalytic reactors as well as selection and characterization of solid catalysts. The syllabus ensures adequate training to achieve the objectives, covering all topics for this purpose. Thus, the 1st chapter proceeds to an introduction with emphasis on applications of the heterogeneous catalysts. In chapter 2 the main types of heterogeneous catalysts and their characterization are addressed, followed by Chapter 3, where catalysis in heterogeneous reactors, which uses the catalysts already introduced in the previous chapter, is presented. Finally in the last chapter the characteristics and applications of heterogeneous reactors are addressed, and some notions and criteria for its design are presented.

Teaching methodologies (including evaluation):

The theoretical material is presented using PowerPoint slides in a dynamic and interactive way with students, interspersed with practical application exercises to strengthen the theoretical content acquisition, acquired in theoretical/practical classes. Also, grasp laboratory work will be developed, where the acquired knowledge can be applied, e.g. in the synthesis and characterization of catalysts. Material will be available for consultation on taught subjects in Moodle.

Continuous assessment:

- 2 tests 40% each.

- 2 laboratory works: 20%.

Assessment by final exam in 1st or 2nd call (100%).

Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The unit of reactors and heterogeneous catalysis aims to equip students with knowledge of catalytic processes with solid catalysts used by the chemical industries. At the same time it is intended that students acquire the knowledge to analyze and select the suitable catalyst, as well as scale the equipment.

Teaching methodologies, including typology in theoretical/practical classes allows further knowledge consolidation because the contents are presented in the theoretical component interspersed with the practical component by solving exercises. Teaching methodologies are consistent with the objectives of the course as performing individual tests allows instilling in students the autonomy and capabilities required for troubleshooting and analysis and design/sizing equipment.

Bibliography:

1. H. Scott Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, 3rd edition, Prentice-Hall, 1998.
2. Catálise Heterogénea, J.L. Figueiredo and F. Ramôa Ribeiro, Fundação Calouste Gulbenkian, 2007.
3. Handbook of Heterogeneous Catalysis, G. Ertl, H. Knozinger, J. Weitkamp, Wiley-VCH, 1997, ISBN3-527-29212-8.
4. Francisco Lemos, José Madeira Lopes, Fernando Ramôa Ribeiro, "Reactores Químicos", IST Press, Lisboa, 2002.