

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS

Predmet:	KEMIJSKO REAKCIJSKO INŽENIRSTVO
Course Title:	CHEMICAL REACTION ENGINEERING

Študijski program in stopnja Study Programme and Level	Študijska smer Study Field	Letnik Academic Year	Semester Semester
UŠP Kemijsko inženirstvo, 1. stopnja	/	3.	5.
USP Chemical Engineering, 1 st Cycle	/	3 rd	5 th

Vrsta predmeta / Course Type:

obvezni / Mandatory

Univerzitetna koda predmeta / University Course Code:

IN131

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Vaje Tutorial	Klinične vaje Work	Druge oblike študija	Samost. delo Individual Work	ECTS
60	15	/	/	/	75	5

Nosilec predmeta / Lecturer:

izr. prof. dr. Aleš Ručigaj / Dr. Aleš Ručigaj, Associate Professor

Jeziki / Languages:

Predavanja / Lectures:

slovenski / Slovenian

Vaje / Tutorial:

/

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:

Študent oz. kandidat mora imeti predmet opredeljen kot študijsko obveznost.

Prerequisites:

The course has to be assigned to the student.

Vsebina:

Kemijska reakcija in stehiometrija. Kinetični in termodinamski podatki. **Teoretična napoved hitrosti reakcije.** Teorija trkov in teorija prehodnega stanja. Kinetične enačbe enostavnih in sestavljenih homogenih reakcij. **Kemijski reaktor.** Osnove dimenzioniranja. Snovna in toplotna bilanca. Oblika toka v reaktorju. Idealni in realni reaktorji. **Reaktorji za enostavne homogene reakcije.** Izotermni in neizotermni pogoji. Šaržni reaktor. Mešalni reaktor. Cevni reaktor. Mešalni reaktorji v vrsti. Cevni reaktor z obtokom. Adiabatni mešalni reaktor in stabilno obratovanje. **Reaktorji za vzporedne in zaporedne homogene reakcije.** Homogene

Content (Syllabus outline):

Chemical reaction and stoichiometry. Kinetic and thermodynamic data. **Theoretical predictions of the rate of reaction.** Theory of transition state. Kinetic equations of simple and complex homogenous reactions. **Chemical reactor.** Fundamentals of dimensioning. Mass and heat balance. Form of flow in a reactor. Ideal and real reactors. **Reactors for simple homogenous reactions.** Isothermal and non-isothermal conditions. Batch reactor. Stirred tank reactor. Tubular reactor. Mixed flow reactors in series. Tubular recycle reactor. Adiabatic stirred tank reactor and stable operation. **Reactors for simultaneous and multistep homogenous reactions.** Homogenous

katalitske reakcije. Selektivnost.

Porazdelitev zadrževalnih časov (RTD) fluida v reaktorju. Mikro in makro fluid. Vzbujevalno-odzivna tehnika. Pulzna in stopničasta motnja. Neposredna uporaba RTD krivulj. Disperzno-čepasti model. Model mešalnih reaktorjev v vrsti. Dvo in več-parametrski modeli.

catalytic reactions. Selectivity. **Residence time distribution (RTD) of fluid in a reactor.** Micro and macro fluid. Stimulus-response technique. Pulse and step stimulus. Direct application of RTD curves. Dispersion model. Tank in series mode. Two and multi-parameter models.

Temeljna literatura in viri / Readings:

- H. Scott Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, 5. izdaja, Pearson, 2016, 957 strani (80 %).
- O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, 3. izdaja, Wiley, 1999, 668 strani (50 %).
- G. W. Roberts, Chemical Reactions and Chemical Reactors, 1. izdaja, Wiley, 2008, 452 strani (70 %).
- A. Ručigaj, M. Krajnc, Zbirka nalog: Prenos toplote in snovi / Kemijsko reakcijsko inženirstvo, 1. izdaja, UL FKKT, 2019, 146 strani (50 %).

Cilji in kompetence:

Predmet študentu razvija sposobnost analize in sinteze kompleksnih procesov s snovno pretvorbo (reakcijo), saj opovezuje kemijsko kinetiko in kemijsko termodinamiko na eni strani, z inženirsko termodinamiko in transportnimi pojavi na drugi. Tako ponuja znanja, ki so potrebna za obravnavanje in načrtovanje procesov s kemijsko reakcijo oziroma naprav (reaktorjev), ko te potekajo v eni sami (homogeni) fazi. Specifične kompetence predmeta so:

- poznavanje, razumevanje in uporaba zakonov o ohranitvi mase, energije in gibalne količine, ko se kemijske pretvorbe odvijajo v homogeni fazi,
- poznavanje, razumevanje in uporaba matematičnih zapisov hitrosti kemijskih pretvorb (kinetičnih enačb) v homogenih sistemih,

poznavanje in razumevanje razlogov za odklik od idealnega toka v reaktorjih in reševanje takih problemov.

Objectives and Competences:

This course develops student ability for analysis and synthesis of complex processes with chemical transformation (reaction) since it links chemical kinetics and thermodynamics together with engineering thermodynamics and transport phenomena. It offers knowledge necessary to treat and design single phase chemical reaction processes and equipment.

Specific competences are:

- Knowing, understanding and using the laws of mass, energy and momentum conservation, when chemical reaction takes place in a homogenous phase,
- Knowing, understanding and using mathematical expressions for chemical reactions (kinetic equations) in homogenous systems,
- Knowing and understanding reasons for deviations from an ideal flow in reactors and solving such problems.

Predvideni študijski rezultati:

Znanje in razumevanje

Študent spozna osnovne zakonitosti v zapisovanju hitrosti kemijskih in fizikalnih

Intended Learning Outcomes:

Knowledge and Comprehension

Student learns basic principles of writing down kinetic equations for a infinitesimal reactor

<p>sprememb na infinitizemalni ravni reaktorja, ki po integraciji po prostoru reaktorja daje zvezo med obratovalnimi pogoji in reaktorjevimi dobitkom na makro skali.</p>	<p>volume, which after integration in a space gives a relation between operation conditions and reactor yield on a macro scale.</p>
<p><u>Uporaba</u> Ta znanja mu omogočajo analizo obratovanja obstoječih in načrtovanje novih reaktorjev za vodenje reakcij v enostavnih homogenih sistemih.</p>	<p><u>Application</u> Knowledge enables performance analysis of existing reactors as well as design of reactors in simple homogenous systems.</p>
<p><u>Refleksija</u> Študent je sposoben uporabiti znanja iz matematike, fizike, kemije, transportnih pojavov in pridobiti poglobljeno sliko o dogajanju v reaktorju na mikro nivoju. Pri zahtevnem načrtovanju kemijskih reaktorjev in drugih procesnih naprav, mu ta sposobnost omogoča tudi komuniciranje/sodelovanje z drugimi inženirji.</p>	<p><u>Analysis</u> Student is able to use mathematical, physical, chemical and transport phenomena knowledge to obtain the profound picture of the processes in a reactor on a micro level.</p>
<p><u>Prenosljive spretnosti</u> Študent je usposobljen za eksperimentalno delo z enostavnimi reakcijskimi sistemi, pa tudi za delo pri prenašanju eksperimentalnih rezultatov in literaturnih podatkov v industrijsko prakso. Sposoben je analizirati obstoječe naprave, določiti optimalne pogoje obratovanja in načrtovati nove reaktorje za homogene reakcijske sisteme.</p>	<p><u>Skill-transference Ability</u> Student is capable to perform experimental work in simple reaction systems as well as transfer of experiemental and literature data to industrial practice. He can analyze the performance of existing equipment, estimate optimal operating conditions and design new reactors for homogenous systems.</p>

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja in seminarji. V sklopu Kemijskega inženirskega praktikuma v 6. semestru študent opravi tudi eksperimente na treh osnovnih tipih reaktorjev in tako utrdi pridobljeno znanje.

Learning and Teaching Methods:

Lectures and seminars.

Načini ocenjevanja:

Ustni in pisni izpit.

Delež (v %) /

Weight (in %) **Assessment:**

Written and oral exam.

Reference nosilca / Lecturer's references:

- **RUČIGAJ, Aleš**, KRAJNC, Matjaž. Kinetic modeling of a crude DERA lysate-catalyzed process in synthesis of statin intermediates. Chemical engineering journal, ISSN 1385-8947. [Print ed.], 2015, vol 259, no. 1, str. 11-24.

- **RUČIGAJ, Aleš**, ALIČ, Branko, KRAJNC, Matjaž, ŠEBENIK, Urška. Investigation of cure kinetics in a system with reactant evaporation : epoxidized soybean oil and maleic anhydride case study. European Polymer Journal, ISSN 0014-3057. [Print ed.], 2014, vol. 52, no. 1, str. 105-116.

- ŠTIRN, Žiga, **RUČIGAJ, Aleš**, KRAJNC, Matjaž. Characterization and kinetic study of Diels-Alder reaction : detailed study on N-phenylmaleimide and furan based benzoxazine with potential self-healing application. Express polymer letters, ISSN 1788-618X, 2016, vol. 10, no. 7, str. 537-547.
- **RUČIGAJ, Aleš**, KOBAL, Tjaž, ŠEBENIK, Urška, KRAJNC, Matjaž. Kinetic model of a Diels-Alder reaction in a molten state : thermal and viscoelastic behaviour. Polymer bulletin, ISSN 0170-0839, 2019, vol. , iss. , str. 1-21.

UL
EFKKT