

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS

Predmet:	KEMIJSKO INŽENIRSKA TERMODINAMIKA
Course Title:	CHEMICAL ENGINEERING THERMODYNAMICS

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:

IN132

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

**Nosilec predmeta /
Lecturer:**

prof. dr. Aleš Podgornik / Dr. Aleš Podgornik, Full 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:

Uvod: Pomen kemijsko inženirske termodinamike v praksi kemijskega inženirstva, tako na področju separacijskih procesov, načrtovanja reaktorjev, področju produktnega inženirstva, kot tudi uporabi termodinamike pri reševanju varnostnih in okoljskih problemov.

Ocena in napoved termofizikalnih lastnosti realnih substanc: a) čistih komponent: gostota, viskoznost, parni tlak, toplotna kapaciteta, izparilna entalpija, toplotna prevodnost, površinska napetost; b) mešanic.

Fazna ravnotežja (dvofazna, večfazna in

Content (Syllabus outline):

The significance of chemical engineering thermodynamics in the area of separation processes, design of reactors, product engineering, as well as the use of thermodynamics in solving safety and environmental problems. Estimation of thermo-physical characteristics of substances: pure components (density, viscosity, partial pressure, heat capacity, heat of evaporation, thermal conductivity, surface tension) and mixtures. Knowledge of phase equilibrium (two-phase, multi-phase and multi-component): VLE, GLE, SLE, chemical equilibrium, combined chemical and phase equilibrium; modern computational

večkomponentna): VLE, GLE, SLE, kemijsko ravnotežje, kombinirano kemijsko in fazno ravnotežje; Moderne računske metode: korelacijski modeli kot g^E modeli oz. modeli aktivnostnih koeficientov, enačbe stanja za realne snovne sisteme in napovedni modeli kot metode prispevkov grup (UNIFAC, PSRK,..), modeli za izbor ustreznega topila, teoretični modeli. Procesni simulatorji. Predstavitev nekaj eksperimentalnih metod za določanje termofizikalnih lastnosti čistih substanc in mešanic. Praktični in računski primeri ravnotežij.

Procesna termodinamika: Zakon o ohranitvi mase, energije in entropijska bilanca. Obravnavanje procesov in naprav, ki omogočijo pretvorbo energije iz ene oblike v drugo: turbina, toplotni stroji, kompresorji, toplotne črpalke, hladilni stroji. Izračun stopnje učinkovitosti. Pseudo-krožni procesi. Uporaba toplotnih črpal v kemijski industriji. Uporaba p,h-diagramov in t,s-diagramov, primerjava realnega sistema (nekaj realnih primerov) z idealnim procesom, analiza, ocena stopnje učinkovitosti. Termodinamski uščip. Ovrednotenje procesnih alternativ.

methods: correlation models, g^E models, models of activity coefficients, state equations for real systems, models for the selection of appropriate solvents, theoretical models; Process simulators; Practical and computational examples of equilibrium.

Process thermodynamics comprises mass, energy and entropy balances. Processes and equipment for transformation of one energy form into another are discussed such as turbines, heat pumps, compressors, refrigeration systems. Calculation of efficiency. Application of heat balances in chemical industry. Usage of p,h-diagrams and t,s-diagrams, comparison of ideal and real processes, analysis, estimation of efficiency. Evaluation of process alternatives.

Temeljna literatura in viri / Readings:

- I. S. Sandler, Chemical, Biochemical, and Engineering Thermodynamics, Wiley, 4th Edition, 2006, 945 strani (45 %).

Dopolnilna literatura.

- B. E. Poling, J. M. Prausnitz, J. P. O'Connell, The Properties of Gases and Liquids, McGraw Hill, 5th Edition, 2001.

- H. D. Baehr, Thermodynamik, Springer Verlag, 11. Auflage, 2002, 644 strani.

Cilji in kompetence:

Objectives and Competences:

Predmet predstavlja osnovna znanja, ki so potrebna slušateljem kemijskega inženirstva, saj le z razumevanjem principov kemijsko inženirske termodinamike, poznavanjem ustreznih metod in orodij lahko pristopijo k načrtovanju naprav, procesov in produktov. Na realnih problemih bodo študentje pridobili sposobnost analize problema in sinteze znanj v povezavi s fluidno mehaniko, separacijskimi procesi, načrtovanjem reaktorjev, kot tudi biokemijskim inženirstvom.

Course provides understanding of fundamental principles of chemical engineering thermodynamics necessary for all chemical engineers since only understanding of suitable methods and tools enables design of equipment, processes and products. On the basis of actual problems, students will acquire the abilities to analyze problems and relate their knowledge with fluid dynamics, separation processes, reactor design as well as biochemical engineering.

Predvideni študijski rezultati:

Znanje in razumevanje

Študent po osvojitvi pojmov, teorij in modelov pridobi razumevanje termodinamskega snovnega obnašanja, sposobnost matematične formulacije, ter ob reševanju konkretnih primerov realnih snovnih sistemov pridobi osnovno razumevanje procesno relevantnih povezav v kemijskem inženirstvu.

Uporaba

Pridobljena znanja bodo študentom omogočila samostojen pristop k reševanju kemijsko inženirskih problemov kot načrtovanje procesa, optimizacija procesa, ocena možnih vplivov kemikalij na okolje ob raznih dogodkih v kemijski industriji, analizo biokemijskih procesov, načrtovanju produktov, identificiranju kemikalije ali mešanice, ki nudi lastnosti, potrebne za določeno aplikacijo in pd.

Refleksija

Študent je sposoben razumevanja osnovnih principov kemijskega inženirstva, sposoben je analizirati in kritično ovrednotiti posamezne izbrane termodinamske modele pri reševanju aktualnih inženirskih problemov ter uporabiti pridobljeno znanje na vseh področjih kemijskega inženirstva.

Prenosljive spretnosti

Sposobnost uporabe literature, zbiranja in interpretacije podatkov, sposobnost identifikacije, analize in reševanja inženirskih problemov. Kritična presoja rezultatov ter

Intended Learning Outcomes:

Knowledge and Comprehension

Students acquire basics, theory and models necessary to understand thermodynamic behaviour, capability of mathematical formulation and by solving specific real cases acquire understanding of relevant relations within chemical engineering.

Application

Acquired knowledge enables students an advanced approach for solving chemical engineering problems such as process design, process optimisation, influence of chemicals on environment, analysis of biochemical processes, product design, identification of compounds and their mixtures needed for particular applications, etc.

Analysis

Student is capable to understand basic principles of chemical engineering, to analyse and critically evaluate different thermodynamic models for their application of engineering challenges as in all areas of chemical engineering.

Skill-transference Ability

Ability to use literature and proper data interpretation, identification, analysis and solving of engineering problems. Critical evaluation of results and presentation of the

sposobnost predstavitve postopka reševanja problema v pisni in ustni obliki.

problem in written and oral form.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja, seminarji oz. projektna naloga.

Learning and Teaching Methods:

Lectures, seminars or project work.

Načini ocenjevanja:

Pisni in ustni izpit.
Seminarska naloga.

Delež (v %) /

Weight (in %) **Assessment:**

80%

20%

Written and oral exam
Seminar (project work).

Reference nosilca / Lecturer's references:

Zacharis, Constantinos K., Kalaitzantonakis, Eftichios A., Podgornik, Aleš, Theodoridis, Georgios A. Sequential injection affinity chromatography utilizing an albumin immobilized monolithic column to study drug-protein interactions. *J. chromatogr., A*, 2007, issue 1, vol. 1144, str. 126-134. [COBISS.SI-ID [3420024](#)]

Lendero Krajnc, Nika, Smrekar, Franc, Štrancar, Aleš, Podgornik, Aleš. Adsorption behavior of large plasmids on the anion-exchange methacrylate monolithic columns. *J. chromatogr., A*, 2011, vol. 1218, iss. 17, str. 2413-2424, doi: [10.1016/j.chroma.2010.12.058](#).

Bednar, Ingeborg, Tscheließnig, Rupert, Berger, Eva, Podgornik, Aleš, Jungbauer, Alois. Surface energies of hydrophobic interaction chromatography media by inverse liquid chromatography. *J. chromatogr., A*, 2012, vol. 1220, str. 115-121, doi: [10.1016/j.chroma.2011.11.001](#).