

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim			Modelowanie procesów technologicznych		
Nazwa przedmiotu w języku angielskim			Process modeling of chemical technology		
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):			Technologia Chemiczna		
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Poziom i forma studiów:			II stopień, stacjonarna		
Rodzaj przedmiotu:			obowiązkowy		
Kod przedmiotu			TCC023004		
Grupa kursów			NIE		
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5		1		
WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH					
1. Znajomość chemii fizycznej: termodynamika, kinetyka					
2. Znajomość matematyki: różniczkowanie, całkowanie, równania różniczkowe					
CELE PRZEDMIOTU					
C1 Zapoznanie z matematycznym opisem złożonego procesu chemicznego					
C2 Zapoznanie z celami modelowania: symulacją, optymalizacją i sterowaniem procesem					
C3 Nauczenie formułowania i rozwiązywania prostych zadań optymalizacyjnych					
PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ					
Z zakresu wiedzy:					
PEK_W01 – ma podstawową wiedzę o modelach procesów z reakcją chemiczną					
PEK_W02 – zna przykłady zastosowania modelowania do symulacji i optymalizacji procesu					
PEK_W03 – ma podstawową wiedzę o analizie regresji i o efektywnych metodach optymalizacji					
Z zakresu umiejętności:					
PEK_U01 – potrafi wykonać obliczenia regresyjne w modelowaniu kinetyki reakcji chemicznej					
PEK_U02 – potrafi przeprowadzić symulację numeryczną pracy reaktora					
PEK_U03 – potrafi sformułować i rozwiązać zadanie optymalizacji warunków pracy reaktora					
TREŚCI PROGRAMOWE					
Forma zajęć - wykład					Liczba godzin
Wy1	Modelowanie procesu. Obiekt fizyczny-model matematyczny; ilustracje na przykładach procesów biegnących w reaktorach chemicznych.				2
Wy2	Zastosowania modelowania. Symulacja, optymalizacja, sterowanie. Struktura zadania: równania procesu, warunki graniczne, stan ustalony, kryterium				2

	(optymalizacji), metody rozwiązywania; przykłady.	
Wy3	Symulacja procesu. Proces opisany reakcją odwracalną egzotermiczną biegnie w reaktorze tłokowym. Wyznaczenie równowagowego stopnia i stopnia przereagowania po zadanym czasie w warunkach adiabatycznych oraz izotermicznych. Wnioski sugerujące potrzebę specjalnego postępowania (przesłanki zdroworozsądkowe).	2
Wy4	Optymalizacja procesu. Optymalne finansowo warunki wytwarzania produktu. Wariant procesu bez zawrotu i z zawrotem nieprzereagowanego surowca. Obok danych fizykochemicznych wielkości oddające koszty i dochody.	2
Wy5	Optymalizacja procesu. Zadanie optymalnego doboru temperatury; reakcja odwracalna, egzotermiczna, reaktor tłokowy, metoda rachunku wariacyjnego.	2
Wy6	Optymalizacja procesu. Zadanie doboru stopnia przereagowania i temperatury w kaskadzie reaktorów zbiornikowych przelewowych. Reakcja egzotermiczna, odwracalna. Różne sformułowania: zadany stopień przereagowania-najkrótszy czas, maksymalny stopień przereagowania w zadanym czasie. Równoczesny wybór wielu zmiennych; zasada optymalności (ilustracja na przykładzie „zadania o wędrówcu”).	2
Wy7	Sterowanie procesem. Na przykładzie układu z regulatorem sprzężenia zwrotnego. Kaskada reaktorów zbiornikowych przelewowych, utrzymanie stałego stężenia na wylocie przez zmianę stężenia w strumieniu zasilającym.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15
Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
La1 - La2	Analiza regresji w modelowaniu kinetyki reakcji chemicznych; rząd reakcji, stała szybkości reakcji.	4
La3 - La4	Podstawy symulacji pracy reaktorów typu PFR, CSTR i BATCH. Reakcje przebiegające w fazie gazowej ze zmianą objętości przy stałym ciśnieniu (PFR) oraz w stałej objętości i zmiennym ciśnieniu (BATCH), wpływ obecności substancji inertej w układzie na wydajność reakcji.	4
La5 - La6	Porównanie CSTR i PFR. Obliczenia dla kaskad CSTR: różne rodzaje złożonych reakcji.	4
La7 - La8	Procedury całkowania numerycznego (metodą prostokątów, trapezów, parabol, 5 punktową) oraz różniczkowania numerycznego z wykorzystaniem danych doświadczalnych z modelowych reaktorów (CSTR, PFR).	
La9	Wyznaczanie optymalnego profilu temperatury w PFR dla różnych rodzajów reakcji.	2
La10	Wyznaczanie optymalnego profilu temperatury w pojedynczym CSTR i kaskadzie CSTR dla różnych rodzajów reakcji.	2
La11	Symulacja pracy adiabatycznego PFR: faza gazowa, wpływ substancji inertych, zależność $\Delta H(T)$ oraz $C_p(T)$.	2
La12 - La13	Symulacja pracy wybranych rodzajów reaktorów w warunkach izotermicznych, adiabatycznych i ze stratą ciepła.	4
La14	Kolokwium zaliczeniowe I	2
La15	Kolokwium zaliczeniowe II	2
	Suma godzin	30
STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1	Wykład z prezentacją multimedialną	
N2	Arkusz kalkulacyjny	
N3	Program matematyczny Polymath	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W03	kolokwium
F (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U03	kolokwium
LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA		
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>		
[1] S.M., Walas, Chemical Reaction Engineering Handbook of Solved Problems, Gordon and Breach Pub.		
[2] S. Kucharski, J. Głowiński, Podstawy obliczeń projektowych w technologii chemicznej, 3 wyd., Oficyna Wyd. PWr, Wrocław 2010		
[3] Praca zbiorowa: Przykłady i zadania do przedmiotu Podstawy technologii chemicznej, Oficyna Wyd. PWr, Wrocław 1991		
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>		
[1] W.L. Luyben, Modelowanie, symulacja i sterowanie procesów przemysłu chemicznego, WNT, Warszawa 1976		
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)		
prof. dr inż. Józef Hoffmann, jozef.hoffmann@pwr.edu.pl		
dr. Bartłomiej M. Szyja, b.m.szyja@pwr.edu.pl		