

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii, Inżynieria Procesów Technologicznych

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	SI-1 Inżynieria reaktorów chemicznych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Chemical reactors engineering
KOD PRZEDMIOTU	WITCh ICHIP oIS C36 16/17
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	5.00
SEMESTRY	6

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
6	30	15	0	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z przedmiotem inżynierii reaktorów chemicznych i jego znaczeniem w inżynierii chemicznej, technologii chemicznej i technologiach pokrewnych.

Cel 2 Zapoznanie studentów z metodami eksperymentalnymi i metodami modelowania matematycznego w zastosowaniu do analizy właściwości procesowych i projektowania reaktorów chemicznych podstawowych typów, tj. zbiornikowych i ich kaskad oraz reaktorów rurowych.

Cel 3 Zapoznanie studentów ze współczesnymi trendami w modelowaniu i projektowaniu reaktorów chemicznych oraz z nowoczesnych narzędziami badawczymi, m.in. analizy nieliniowej, służącymi do badania, analizy pracy i projektowania reaktorów chemicznych, jako ważnych elementów instalacji chemicznych.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Ukończenie kursów z matematyki, chemii fizycznej i podstawowego kursu inżynierii chemicznej.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Umiejętności Umiejętność opracowania modeli: stechiometrycznych, termodynamicznych i kinetycznych procesów chemicznych.

EK2 Umiejętności Umiejętność samodzielnego tworzenia modeli matematycznych okresowych reaktorów zbiornikowych i metod ich projektowania.

EK3 Umiejętności Umiejętność samodzielnego tworzenia opisów ilościowych i badania właściwości stacjonarnych oraz dynamiki przepływowych reaktorów zbiornikowych oraz ich kaskad.

EK4 Wiedza Wiedza na temat zastosowania metod analizy nieliniowej do badania właściwości procesowych i projektowania przepływowych reaktorów zbiornikowych oraz do oceny bezpieczeństwa procesowego.

EK5 Umiejętności Opanowanie zasad tworzenia modeli matematycznych reaktorów rurowych o przepływie tłokowym i dyspersyjnym dla procesów izotermicznych i politropowych.

EK6 Wiedza Wiedza o metodach badań numerycznych dotyczących nieliniowej charakterystyki stacjonarnej reaktorów rurowych oraz o metodach numerycznego rozwiązywania zagadnień brzegowych pojawiających się przy modelowaniu tych reaktorów.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Stechiometria reakcji prostych i procesów złożonych. Liniowa niezależność reakcji chemicznych. Bieżący skład mieszaniny reakcyjnej	4
W2	Analiza termodynamiczna i model termodynamiczny homogenicznych procesów chemicznych. Metody niestechiometryczne i stechiometryczne wyznaczania składu równowagowego.	4
W3	Analiza kinetyczna procesu chemicznego. Równanie kinetyczne procesu. Eksperymentalne metody wyznaczania równań kinetycznych (w szczególności metoda różniczkowa i metoda całkowa). Krzywe kinetyczne. Estymacja parametrów równań kinetycznych, metoda regresji liniowej.	4
W4	Typy i kryteria podziału reaktorów chemicznych. Okresowe reaktory izotermiczne i politropowe - modele matematyczne reaktorów i metody rozwiązywania równań bilansowych.	2

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W5	Struktura przepływu płynów w reaktorach przepływowych. Izotermiczne przepływowe reaktory zbiornikowe i kaskady reaktorów. Reaktory o stałym i zmiennym zapełnieniu.	4
W6	Bilanse energetyczne przepływowych reaktorów zbiornikowych. Politropowy przepływowy reaktor zbiornikowy. Autotermiczność i wielokrotność stanów stacjonarnych reaktorów politropowych. Dynamika reaktorów politropowych. Portret fazowy reaktora. Analiza dynamiki liniowej.	6
W7	Modelowanie reaktorów rurowych. Izotermiczne i politropowe reaktory rurowe o przepływie tłokowym. Zagadnienie współprądowego i przeciwprądowego chłodzenia reaktora o przepływie tłokowym. Izotermiczne i politropowe reaktory rurowe o przepływie dyspersyjnym. Metody numeryczne wyznaczania stanów stacjonarnych w rurowych reaktorach politropowych. Wielokrotność stanów stacjonarnych tych reaktorów.	6

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Stechiometria reakcji prostych i procesów złożonych. Liniowa niezależność reakcji chemicznych. Bieżący skład mieszaniny reakcyjnej.	2
C2	Analiza termodynamiczna i model termodynamiczny homogenicznych procesów chemicznych. Metody niestechiometryczne i stechiometryczne wyznaczania składu równowagowego.	2
C3	Metody wyznaczania równania kinetycznego procesu. Metoda różniczkowa i metoda całkowa. Krzywe kinetyczne. Estymacja parametrów równań kinetycznych, metoda regresji liniowej.	2
C4	Modelowanie matematyczne i zasady projektowania okresowych reaktorów zbiornikowych izotermicznych i politropowych.	2
C5	Izotermiczne przepływowe reaktory zbiornikowe i kaskady reaktorów. Reaktory o stałym i zmiennym zapełnieniu. Kaskady reaktorów izotermicznych.	2
C6	Politropowy przepływowy reaktor zbiornikowy. Autotermiczność i wielokrotność stanów stacjonarnych reaktorów politropowych. Dynamika reaktorów politropowych. Portret fazowy reaktora. Analiza dynamiki liniowej.	2
C7	Izotermiczne i politropowe reaktory rurowe o przepływie tłokowym. Zagadnienie współprądowego i przeciwprądowego chłodzenia reaktora o przepływie tłokowym. Izotermiczne i politropowe reaktory rurowe o przepływie dyspersyjnym. Metoda wstrzeliwania wyznaczania stanów stacjonarnych w rurowych reaktorach politropowych.	3

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Utworzenie modelu stechiometrycznego i modelu termodynamicznego wybranego homogenicznego procesu chemicznego.	3
P2	Utworzenie modelu kinetycznego wybranego procesu chemicznego, estymacja parametrów równania kinetycznego, wyznaczenie krzywych kinetycznych metodą rachunkową.	4
P3	Projekt politropowego przepływowego reaktora zbiornikowego. Zadaniem jest obliczenie stopnia przemiany i temperatury panującej w aparacie pracującym autotermicznie dla zadanych warunków technicznych i kinetycznych, określenie czy reaktor pracuje w obszarze jednokrotnych, czy wielokrotnych stanów stacjonarnych oraz określenie stabilności wyznaczonego stanu pracy reaktora.	8

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia projektowe

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	40
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	30
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	150
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Zadanie tablicowe

F2 Projekt indywidualny

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Ocena w ideksie jest średnią ważoną powstałą z oceny uzyskanej na egzaminie, oceny z ćwiczeń i oceny z projektów. Wagi ocen są przedstawiane studentom na pierwszym wykładzie.

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Ćwiczenie praktyczne

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Brak podjęcia lub brak umiejętności rozwiązania postawionego zadania z danego zakresu tematycznego albo brak zrozumienia postawionego zadania i formułowanie nietrafnych odpowiedzi.
NA OCENĘ 3.0	Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia kilku drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.
NA OCENĘ 3.5	Niewielkie braki materiału wyłożonego na wykładzie, nie wpływające na zrozumienie istoty materiału, przy umiejętnym podejściu do rozwiązania postawionego zadania.
NA OCENĘ 4.0	Możliwość popełnienia nielicznych, niewielkich błędów rachunkowych, przy bezbłędnych wyprowadzeniach wzorów i wymaganych zależności ilościowych.
NA OCENĘ 4.5	Pełne odtworzenie wiedzy z wykładów i ćwiczeń. Możliwość popełnienia drobnych błędów rachunkowych, nie mających wpływu na interpretację wyników.
NA OCENĘ 5.0	Pełna samodzielność studenta w rozwiązaniu postawionego zadania z danego zakresu tematycznego. Bezbłędne i twórcze wykonanie zadania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Brak podjęcia lub brak umiejętności rozwiązania postawionego zadania z danego zakresu tematycznego albo brak zrozumienia postawionego zadania i formułowanie nietrafnych odpowiedzi.
NA OCENĘ 3.0	Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia kilku drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.

NA OCENĘ 3.5	Niewielkie braki materiału wyłożonego na wykładzie, nie wpływające na zrozumienie istoty materiału, przy umiejętnym podejściu do rozwiązania postawionego zadania.
NA OCENĘ 4.0	Możliwość popełnienia nielicznych, niewielkich błędów rachunkowych, przy bezbłędnych wyprowadzeniach wzorów i wymaganych zależności ilościowych.
NA OCENĘ 4.5	Pełne odtworzenie wiedzy z wykładów i ćwiczeń. Możliwość popełnienia drobnych błędów rachunkowych, nie mających wpływu na interpretację wyników.
NA OCENĘ 5.0	Pełna samodzielność studenta w rozwiązaniu postawionego zadania z danego zakresu tematycznego. Bezbłędne i twórcze wykonanie zadania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Brak podjęcia lub brak umiejętności rozwiązania postawionego zadania z danego zakresu tematycznego albo brak zrozumienia postawionego zadania i formułowanie nietrafnych odpowiedzi.
NA OCENĘ 3.0	Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia kilku drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.
NA OCENĘ 3.5	Niewielkie braki materiału wyłożonego na wykładzie, nie wpływające na zrozumienie istoty materiału, przy umiejętnym podejściu do rozwiązania postawionego zadania.
NA OCENĘ 4.0	Możliwość popełnienia nielicznych, niewielkich błędów rachunkowych, przy bezbłędnych wyprowadzeniach wzorów i wymaganych zależności ilościowych.
NA OCENĘ 4.5	Pełne odtworzenie wiedzy z wykładów i ćwiczeń. Możliwość popełnienia drobnych błędów rachunkowych, nie mających wpływu na interpretację wyników.
NA OCENĘ 5.0	Pełna samodzielność studenta w rozwiązaniu postawionego zadania z danego zakresu tematycznego. Bezbłędne i twórcze wykonanie zadania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Brak podjęcia lub brak umiejętności rozwiązania postawionego zadania z danego zakresu tematycznego albo brak zrozumienia postawionego zadania i formułowanie nietrafnych odpowiedzi.
NA OCENĘ 3.0	Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia kilku drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.
NA OCENĘ 3.5	Niewielkie braki materiału wyłożonego na wykładzie, nie wpływające na zrozumienie istoty materiału, przy umiejętnym podejściu do rozwiązania postawionego zadania.
NA OCENĘ 4.0	Możliwość popełnienia nielicznych, niewielkich błędów rachunkowych, przy bezbłędnych wyprowadzeniach wzorów i wymaganych zależności ilościowych.
NA OCENĘ 4.5	Pełne odtworzenie wiedzy z wykładów i ćwiczeń. Możliwość popełnienia drobnych błędów rachunkowych, nie mających wpływu na interpretację wyników.

NA OCENĘ 5.0	Pełna samodzielność studenta w rozwiązaniu postawionego zadania z danego zakresu tematycznego. Bezбłędne i twórcze wykonanie zadania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Brak podjęcia lub brak umiejętności rozwiązania postawionego zadania z danego zakresu tematycznego albo brak zrozumienia postawionego zadania i formułowanie nietrafnych odpowiedzi.
NA OCENĘ 3.0	Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia kilku drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.
NA OCENĘ 3.5	Niewielkie braki materiału wyłożonego na wykładzie, nie wpływające na zrozumienie istoty materiału, przy umiejętnym podejściu do rozwiązania postawionego zadania.
NA OCENĘ 4.0	Możliwość popełnienia nielicznych, niewielkich błędów rachunkowych, przy bezбłędnych wyprowadzeniach wzorów i wymaganych zależności ilościowych.
NA OCENĘ 4.5	Pełne odtworzenie wiedzy z wykładów i ćwiczeń. Możliwość popełnienia drobnych błędów rachunkowych, nie mających wpływu na interpretację wyników.
NA OCENĘ 5.0	Pełna samodzielność studenta w rozwiązaniu postawionego zadania z danego zakresu tematycznego. Bezбłędne i twórcze wykonanie zadania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	Brak podjęcia lub brak umiejętności rozwiązania postawionego zadania z danego zakresu tematycznego albo brak zrozumienia postawionego zadania i formułowanie nietrafnych odpowiedzi.
NA OCENĘ 3.0	Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia kilku drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.
NA OCENĘ 3.5	Niewielkie braki materiału wyłożonego na wykładzie, nie wpływające na zrozumienie istoty materiału, przy umiejętnym podejściu do rozwiązania postawionego zadania.
NA OCENĘ 4.0	Możliwość popełnienia nielicznych, niewielkich błędów rachunkowych, przy bezбłędnych wyprowadzeniach wzorów i wymaganych zależności ilościowych.
NA OCENĘ 4.5	Pełne odtworzenie wiedzy z wykładów i ćwiczeń. Możliwość popełnienia drobnych błędów rachunkowych, nie mających wpływu na interpretację wyników.
NA OCENĘ 5.0	Pełna samodzielność studenta w rozwiązaniu postawionego zadania z danego zakresu tematycznego. Bezбłędne i twórcze wykonanie zadania.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W01 K_W03 K_W04 K_W09 K_W11 K_W13	Cel 1	C1 C2 C3 P1 P2 P3	N1 N2	F1 P1
EK2	K_W01 K_W03 K_W09 K_W11 K_U01 K_U23	Cel 2	C4	N1 N2	F1 P1
EK3	K_W04 K_W11 K_U01 K_U23	Cel 2	C5	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4	K_W04 K_W09 K_W11 K_U23	Cel 3	C5 C6	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK5	K_W04 K_W11 K_U01 K_U23	Cel 3	C7	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK6	K_W04 K_W09 K_W11 K_U01 K_U23	Cel 3	C7	N1 N2 N3	F1 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **A.Gawdzik, B.Tabiś** — *Podstawy projektowania reaktorów chemicznych*, Kraków, 1987, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej
- [2] | **B.Tabiś** — *Zasady inżynierii reaktorów chemicznych*, Warszawa, 2000, WNT
- [3] | **A.Tabiś, W.Żukowski** — *Przykłady i zadania z zakresu inżynierii reaktorów chemicznych*, Kraków, 2000, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **J.Szarawara, J.Skrzypek** — *Podstawy inżynierii reaktorów chemicznych*, Warszawa, 1989, WNT

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Bolesław Tabiś (kontakt: btabis@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 Prof. dr hab.inż. Bolesław Tabiś (kontakt: btabis@usk.pk.edu.pl)
- 2 Dr hab inż. Robert Grzywacz (kontakt: pcgrzywa@chemia.pk.edu.pl)
- 3 Dr inż. Szymon Skoneczny (kontakt: skoneczny@chemia.pk.edu.pl)
- 4 Dr inż. Katarzyna Bizon (kontakt: kbizon@chemia.pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....
.....
.....