

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

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	Inżynieria reaktorów chemicznych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Chemical reactors engineering
KOD PRZEDMIOTU	WITCh ICHIP oIS C16 19/20
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

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Utworzenie modelu stechiometrycznego i modelu termodynamicznego wybranego homogenicznego procesu chemicznego.	3
<b>P2</b>	Utworzenie modelu kinetycznego wybranego procesu chemicznego, estymacja parametrów równania kinetycznego, wyznaczenie krzywych kinetycznych metodą rachunkową.	4
<b>P3</b>	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

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Stechiometria reakcji prostych i procesów złożonych. Liniowa niezależność reakcji chemicznych. Bieżący skład mieszaniny reakcyjnej	4
<b>W2</b>	Analiza termodynamiczna i model termodynamiczny homogenicznych procesów chemicznych. Metody niestechiometryczne i stechiometryczne wyznaczania składu równowagowego.	4
<b>W3</b>	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
<b>W4</b>	Typy i kryteria podziału reaktorów chemicznych. Okresowe reaktory izotermiczne i politropowe - modele matematyczne reaktorów i metody rozwiązywania równań bilansowych.	2
<b>W5</b>	Struktura przepływu płynów w reaktorach przepływowych. Izotermiczne przepływowe reaktory zbiornikowe i kaskady reaktorów. Reaktory o stałym i zmiennym zapełnieniu.	4
<b>W6</b>	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
<b>W7</b>	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 BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C1</b>	Stechiometria reakcji prostych i procesów złożonych. Liniowa niezależność reakcji chemicznych. Bieżący skład mieszaniny reakcyjnej.	2
<b>C2</b>	Analiza termodynamiczna i model termodynamiczny homogenicznych procesów chemicznych. Metody niestechiometryczne i stechiometryczne wyznaczania składu równowagowego.	2
<b>C3</b>	Metody wyznaczania równania kinetycznego procesu. Metoda różniczkowa i metoda całkowa. Krzywe kinetyczne. Estymacja parametrów równań kinetycznych, metoda regresji liniowej.	2
<b>C4</b>	Modelowanie matematyczne i zasady projektowania okresowych reaktorów zbiornikowych izotermicznych i politropowych.	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
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

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia projektowe

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	40
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	30
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>150</b>
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 końcowa 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 3.0	Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia kilku drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia kilku drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia kilku drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia kilku drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 3.0	Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia kilku drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	

NA OCENĘ 3.0	Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia kilku drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.
--------------	---

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W01 K1_W03 K1_W04 K1_W09 K1_W11 K1_W13	Cel 1	P1 P2 P3 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 C1 C2 C3	N1 N2	F1 P1
EK2	K1_W01 K1_W03 K1_W09 K1_W11 K1_U01 K1_U17 b	Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 C4	N1 N2	F1 P1
EK3	K1_W04 K1_W11 K1_U01 K1_U17 b	Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 C5	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4	K1_W04 K1_W09 K1_W11 K1_U17 b	Cel 3	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 C5 C6	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK5	K1_W04 K1_W11 K1_U01 K1_U17 b	Cel 3	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 C7	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK6	K1_W04 K1_W09 K1_W11 K1_U01 K1_U17 b	Cel 3	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 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** — *Tytuł*, Warszawa, 2000, WNT
- [3 ] **A.Tabiś, W.Żukowski** — *Tytuł*, Kraków, 1989, 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](mailto:btabis@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

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

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....