

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii, Inżynieria Procesów Biotechnologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | SI-2_06 - Kinetyka procesów heterogenicznych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |  |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C10 14/15                   |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                        |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00   |
| SEMESTRY                                | 2  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 30      | 0         | 0            | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z analizą procesów kinetycznych w porowatych ziarnach katalizatorów stałych i membranach katalitycznych.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z metodami modelowania procesów kontaktowych w pojedynczych ziarnach katalizatorów porowatych i monolitycznych oraz z metodami wyznaczania stanów stacjonarnych ziarn katalizatorów.

**Cel 3** Zapoznanie studentów z rodzinami modeli warstw katalizatorów oraz z metodami modelowania warstw kontaktów stacjonarnych.

**Cel 4** Zapoznanie studentów z modelowaniem, projektowaniem i badanie właściwości procesowych struktur autotermicznych z udziałem reaktorów kontaktowych ze złożem stacjonarnym i fluidyzacyjnym.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Opanowanie modelowania kinetyki procesów cząstkowych i określania równań kinetycznych procesów w porowatych ziarnach katalizatorów stałych.

**EK2 Umiejętności** Opanowanie metod tworzenia i rozwiązywania równań opisujących procesy kontaktowe w porowatych ziarnach katalizatorów o kształtach regularnych.

**EK3 Umiejętności** Opanowanie metod tworzenia i rozwiązywania równań opisujących warstwy stacjonarne katalizatorów występujących w reaktorach kontaktowych.

**EK4 Umiejętności** Opanowanie metod tworzenia modeli matematycznych dla struktur autotermicznych występujących w przemyśle, w których pracują kontaktowe reaktory ze złożem stacjonarnym lub reaktory fluidyzacyjne.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Występowanie i znaczenie procesów kontaktowych w przemyśle i gospodarce. Wpływ na rozwój cywilizacji. Analiza kinetyczna procesów cząstkowych w porowatych katalizatorach stałych. Pojęcie etapu kontrolującego szybkość procesu. Równania kinetyczne procesów kontaktowych. Metodyka badań eksperymentalnych i interpretacji a wyników pomiarów. | 4                |
| <b>W2</b> | Modelowanie i analiza procesów kontaktowych w pojedynczych ziarnach katalizatorów porowatych o kształtach regularnych. Rozkłady stężeń i temperatury w ziarnie. Typy warunków brzegowych występujących przy modelowaniu ziarna katalizatora. Ogólna szybkość procesu w ziarnie kontaktu.  | 6                |
| <b>W3</b> | Modele heterogeniczne procesów kontaktowych w złożach stacjonarnych. Metody bilansowania fazy stałej i płynnej. Rodziny modeli matematycznych dla stacjonarnych warstw katalizatorów. Jednowymiarowe i dwuwymiarowe modele pseudohomogeniczne warstw katalizatorów.   | 8                |
| <b>W4</b> | Struktury autotermiczne reaktorów kontaktowych ze stacjonarnym złożem katalizatora. Zewnątrz i wewnątrz autotermiczne wymienniki ciepła. Algorytmy wyznaczania stanów stacjonarnych i projektowania autotermicznych reaktorów kontaktowych. Wielokrotność stanów stacjonarnych struktur autotermicznych.  | 6                |

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W5</b> | Kontaktowe reaktory fluidyzacyjne.   | 2                |
| <b>W6</b> | Kontaktowe reaktory membranowe. Idea i zastosowanie. Reaktory z membraną inertną i z membraną katalityczną.      | 2                |
| <b>W7</b> | Procesy kontaktowe przebiegające w obszarze dyfuzji zewnętrznej. Reaktory monolityczne. Zastosowania praktyczne. | 2                |

| PROJEKT   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Projekt kontaktowego autotermicznego reaktora rurowego z dwubiegowym wymiennikiem autotermicznym. | 15               |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 0   |
| 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                               | 0   |
| Opracowanie wyników  | 40  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 15  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>75</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 4.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Ćwiczenie praktyczne

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Brak podjęcia rozwiązania postawionego zadania albo brak zrozumienia zadania i próby formułowania nietrafnych odpowiedzi.  |
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki materiału wyłożonego na wykładzie, nie wpływające na zrozumienie istoty materiału, przy umiejętnym podejściu do rozwiązania postawionego zadania. |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.5        | Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Możliwość popełnienia nielicznych i niewielkich błędów rachunkowych, przy bezbłędnie wyprowadzonych wzorach i innych wymaganych zależnościach ilościowych.                    |
| NA OCENĘ 4.5        | Pełne odtworzenie wiedzy z zakresu wykładów i ćwiczeń projektowych. Możliwość popełnienia jedynie drobnych błędów rachunkowych, nie mających wpływu na interpretację wyników. |
| NA OCENĘ 5.0        | Pełna samodzielność studenta w rozwiązywaniu postawionego zadania z danego zakresu tematycznego. Bezbłędne i twórcze wykonanie zadania.                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak podjęcia rozwiązania postawionego zadania albo brak zrozumienia zadania i próby formułowania nietrafnych odpowiedzi.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki materiału wyłożonego na wykładzie, nie wpływające na zrozumienie istoty materiału, przy umiejętnym podejściu do rozwiązania postawionego zadania.            |
| NA OCENĘ 3.5        | Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Możliwość popełnienia nielicznych i niewielkich błędów rachunkowych, przy bezbłędnie wyprowadzonych wzorach i innych wymaganych zależnościach ilościowych.                    |
| NA OCENĘ 4.5        | Pełne odtworzenie wiedzy z zakresu wykładów i ćwiczeń projektowych. Możliwość popełnienia jedynie drobnych błędów rachunkowych, nie mających wpływu na interpretację wyników. |
| NA OCENĘ 5.0        | Pełna samodzielność studenta w rozwiązywaniu postawionego zadania z danego zakresu tematycznego. Bezbłędne i twórcze wykonanie zadania.                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak podjęcia rozwiązania postawionego zadania albo brak zrozumienia zadania i próby formułowania nietrafnych odpowiedzi.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki materiału wyłożonego na wykładzie, nie wpływające na zrozumienie istoty materiału, przy umiejętnym podejściu do rozwiązania postawionego zadania.            |
| NA OCENĘ 3.5        | Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Możliwość popełnienia nielicznych i niewielkich błędów rachunkowych, przy bezbłędnie wyprowadzonych wzorach i innych wymaganych zależnościach ilościowych.                    |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 4.5        | Pełne odtworzenie wiedzy z zakresu wykładów i ćwiczeń projektowych. Możliwość popełnienia jedynie drobnych błędów rachunkowych, nie mających wpływu na interpretację wyników. |
| NA OCENĘ 5.0        | Pełna samodzielność studenta w rozwiązywaniu postawionego zadania z danego zakresu tematycznego. Bezблędne i twórcze wykonanie zadania.                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak podjęcia rozwiązania postawionego zadania albo brak zrozumienia zadania i próby formułowania nietrafnych odpowiedzi.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki materiału wyłożonego na wykładzie, nie wpływające na zrozumienie istoty materiału, przy umiejętnym podejściu do rozwiązania postawionego zadania.            |
| NA OCENĘ 3.5        | Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia drobnych błędów, nie wpływających znacząco na interpretację wyników.                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Możliwość popełnienia nielicznych i niewielkich błędów rachunkowych, przy bezблędnie wyprowadzonych wzorach i innych wymaganych zależnościach ilościowych.                    |
| NA OCENĘ 4.5        | Pełne odtworzenie wiedzy z zakresu wykładów i ćwiczeń projektowych. Możliwość popełnienia jedynie drobnych błędów rachunkowych, nie mających wpływu na interpretację wyników. |
| NA OCENĘ 5.0        | Pełna samodzielność studenta w rozwiązywaniu postawionego zadania z danego zakresu tematycznego. Bezблędne 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_W03,<br>K_W06,<br>K_W09,<br>K_U08, K_U10,<br>K_U17                           | Cel 1           | W1                | N1                    | P1            |
| EK2               | K_W03,<br>K_W06,<br>K_W09,<br>K_U08, K_U17                                     | Cel 2           | W2 W6             | N1                    | P1            |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK3               | K_W03,<br>K_W06,<br>K_W09,<br>K_U08, K_U10,<br>K_U12, K_U13,<br>K_U15          | Cel 3           | W3                | N1                    | P1            |
| EK4               | K_W03,<br>K_W06,<br>K_W09,<br>K_U08, K_U10,<br>K_U12, K_U13,<br>K_U15          | Cel 4           | W4 W5 W7          | N1 N2                 | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **B.Tabiś** — *Zasady inżynierii reaktorów chemicznych*, Warszawa, 2000, WNT
- [2 ] **B.Tabiś, W.Żukowski** — *Przykłady i zadania z zakresu inżynierii reaktorów chemicznych*, Kraków, 2000, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej
- [3 ] **B.Tabiś, A.Gawdzik** — *Modelowanie i projektowanie reaktorów heterogenicznych*, Kraków, 1989, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **J.Szarawara, J.Skrzypek, A.Gawdzik** — *Podstawy inżynierii reaktorów chemicznych*, Warszawa, 1991, 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)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....