

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Technologia Chemiczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: T

Stopień studiów: II

Specjalności: Chemia i Technologia Kosmetyków

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | ST-2_11_07_CTK - Inżynieria reaktorów chemicznych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                                                   |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh TCH oIIS C8 13/14                           |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                             |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                                              |
| SEMESTRY                                | 2                                                 |

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

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

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z metodami tworzenia modeli: stechiometrycznych, termodynamicznych i kinetycznych dla procesów chemicznych przebiegających w środowiskach homofazowych.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z metodami bilansowania i projektowania reaktorów zbiornikowych okresowych i przepływowych i ich kaskad oraz z elementami dynamiki takich reaktorów.

**Cel 3** Zapoznanie studentów z metodami modelowania matematycznego, obliczania i projektowania reaktorów rurowych o przepływie tłokowym.

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

1 Ukończenie kursu z matematyki, chemii fizycznej i elementarnego kursu z inżynierii i aparatury chemicznej.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Opanowanie metod opracowania modeli stechiometrycznych, termodynamicznych i kinetycznych dla homogenicznych procesów chemicznych.

**EK2 Umiejętności** Umiejętność tworzenia i rozwiązywania równań opisujących pracę reaktorów zbiornikowych okresowych i przepływowych oraz ich kaskad. Opanowanie metody wyznaczania stanów stacjonarnych w politropowych reaktorach zbiornikowych na podstawie bilansów cieplnych i masowych.

**EK3 Wiedza** Zrozumienie zagadnień związanych z wyborem modelu reaktora na podstawie charakterystyki struktury strumienia płynu w aparacie przepływowym.

**EK4 Umiejętności** Umiejętność tworzenia równań opisujących reaktory rurowe o przepływie tłokowym dla procesów izotermicznych i politropowych. Zagadnienie współprądowego i przeciwprądowego chłodzenia reaktora. Opanowanie algorytmów wyznaczania stanów stacjonarnych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Stechiometria reakcji prostych i procesów złożonych. Liniowa niezależność reakcji chemicznych. Bieżący skład mieszaniny reakcyjnej.                                                                                                                                                     | 2                |
| <b>W2</b> | Analiza termodynamiczna procesu chemicznego. Funkcje termodynamiczne reakcji chemicznych. Stechiometryczna metoda określania składu równowagowego mieszaniny reakcyjnej.                                                                                                                | 2                |
| <b>W3</b> | Analiza kinetyczna procesów chemicznych. Szybkość reakcji chemicznej. Równanie kinetyczne. Krzywe kinetyczne empiryczne i rachunkowe. Problematyka badań eksperymentalnych. Metody estymacji parametrów w równaniach kinetycznych.                                                      | 4                |
| <b>W4</b> | Reaktory okresowe izotermiczne i politropowe. Przepływowe reaktory zbiornikowe. Metody bilansowania masy i ciepła. Wyznaczanie stanów stacjonarnych przepływowych reaktorów zbiornikowych. Elementy dynamiki reaktorów zbiornikowych. Autotermiczność procesu w reaktorze politropowym. | 4                |
| <b>W5</b> | Struktury strumieni płynu w reaktorach przepływowych. Całkowite wymieszanie i przepływ tłokowy. Modelowanie reaktorów rurowych. Bilanse dla reaktorów izotermicznych i politropowych. Metody wyznaczania stanów stacjonarnych w reaktorach rurowych.                                    | 3                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Stechiometria reakcji prostych i procesów złożonych. Liniowa niezależność reakcji chemicznych. Bieżący skład mieszaniny reakcyjnej.                                                                                                                                                     | 2                |
| C2        | Analiza termodynamiczna procesu chemicznego. Funkcje termodynamiczne reakcji chemicznych. Stechiometryczna metoda określania składu równowagowego mieszaniny reakcyjnej.                                                                                                                | 2                |
| C3        | Analiza kinetyczna procesów chemicznych. Szybkość reakcji chemicznej. Równanie kinetyczne. Krzywe kinetyczne empiryczne i rachunkowe. Problematyka badań eksperymentalnych. Metody estymacji parametrów w równaniach kinetycznych.                                                      | 4                |
| C4        | Reaktory okresowe izotermiczne i politropowe. Przepływowe reaktory zbiornikowe. Metody bilansowania masy i ciepła. Wyznaczanie stanów stacjonarnych przepływowych reaktorów zbiornikowych. Elementy dynamiki reaktorów zbiornikowych. Autotermiczność procesu w reaktorze politropowym. | 4                |
| C5        | Struktury strumieni płynu w reaktorach przepływowych. Całkowite wymieszanie i przepływ tłokowy. Modelowanie reaktorów rurowych. Bilanse dla reaktorów izotermicznych i politropowych. Metody wyznaczania stanów stacjonarnych w reaktorach rurowych.                                    | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

## 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                               | 40                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>60</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Zadanie tablicowe

F2 Odpowiedź ustna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Kolokwium

### 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 próba formułowania nietrafnych odpowiedzi.                                     |
| NA OCENĘ 3.0        | Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia 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 i niewielkich błędów rachunkowych, przy bezbłędnie wyprowadzonych wzorach i innych wymaganych zależnościach ilościowych.         |
| NA OCENĘ 4.5        | Pełne odtworzenie wiedzy z wykładów i ćwiczeń. 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 próba formułowania nietrafnych odpowiedzi.                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia 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 i niewielkich błędów rachunkowych, przy bezbłędnie wyprowadzonych wzorach i innych wymaganych zależnościach ilościowych.         |
| NA OCENĘ 4.5        | Pełne odtworzenie wiedzy z wykładów i ćwiczeń. 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 próba formułowania nietrafnych odpowiedzi.                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia 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 i niewielkich błędów rachunkowych, przy bezbłędnie wyprowadzonych wzorach i innych wymaganych zależnościach ilościowych.         |
| NA OCENĘ 4.5        | Pełne odtworzenie wiedzy z wykładów i ćwiczeń. 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. Bezбłędne i twórcze wykonanie zadania.                            |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak podjęcia rozwiązania postawionego zadania albo brak zrozumienia zadania i próba formułowania nietrafnych odpowiedzi.                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | Trafne podjęcie rozwiązania zadania z danego zakresu tematycznego, możliwość popełnienia 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 i niewielkich błędów rachunkowych, przy bezбłędnie wyprowadzonych wzorach i innych wymaganych zależnościach ilościowych.         |
| NA OCENĘ 4.5        | Pełne odtworzenie wiedzy z wykładów i ćwiczeń. 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. 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_W02,<br>K_W09,<br>K_U08, K_U13                                               | Cel 1           | W1 W2 W3 C1<br>C2 C3 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K_W02,<br>K_W09,<br>K_U08, K_U13                                               | Cel 2           | W4 C4                | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K_W02,<br>K_W09,<br>K_U08, K_U13                                               | Cel 3           | W5 C5                | N1 N2                 | F1            |
| EK4               | K_W02,<br>K_W09,<br>K_U08, K_U13                                               | Cel 3           | W5 C5                | N1 N2                 | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **A.Gawdzik, B.Tabiś** — *Podstawy inżynierii reaktorów chemicznych*, Kraków, 1987, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej
- [2] | **B.Tabiś** — *Zasady inżynierii reaktorów chemicznych*, Warszawa, 2000, WNT
- [3] | **B.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](mailto:btabis@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 Prof. dr hab.inż. Bolesław Tabiś (kontakt: [btabis@usk.pk.edu.pl](mailto:btabis@usk.pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....