

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Technologia Chemiczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: T

Stopień studiów: I

Specjalności: Kataliza Przemysłowa

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Przemysłowa kataliza heterogeniczna |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Industrial heterogeneous catalysis  |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh TCH oIS D3 18/19              |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe          |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 5.00                                |
| SEMESTRY                                | 6                                   |

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

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 6       | 15      | 0         | 45           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studenta z metodami preparatyki przemysłowych katalizatorów heterogenicznych oraz najważniejszymi metodami badań fizykochemicznych stosowanymi do ich charakterystyki.

**Cel 2** Zapoznanie studenta z aktualnie prowadzonymi procesami przemysłowymi z udziałem katalizatorów heterogenicznych.

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

- 1 Ukończony kurs z chemii fizycznej (obejmujący takie zagadnienia jak: zjawiska powierzchniowe, kinetyka i termodynamika chemiczna).
- 2 Znajomość podstaw katalizy.
- 3 Znajomość podstaw technologii chemicznej.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Posiada dobrze ugruntowaną wiedzę na temat przemysłowych procesów katalitycznych.

**EK2 Wiedza** Posiada wiedzę fizykochemiczną i inżynierską niezbędną do zrozumienia istoty procesów katalitycznych oraz prawidłowym funkcjonowaniem katalizatorów heterogenicznych.

**EK3 Umiejętności** Posiada umiejętność doboru katalizatorów do realizacji zadań/problemów przemysłowych z zakresu technologii chemicznej.

**EK4 Kompetencje społeczne** Potrafi określać priorytety służące realizacji zadań własnych lub innych członków grupy w celu osiągnięcia postawionego celu.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |                                                                              |                  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                       | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Wprowadzenie do przedmiotu i szkolenie BHP.                                  | 2                |
| L2           | Formowanie pastylek i frakcjonowanie katalizatorów.                          | 3                |
| L3           | Preparatyka tlenkowych katalizatorów heterogenicznych.                       | 3                |
| L4           | Preparatyka metalicznych katalizatorów heterogenicznych.                     | 3                |
| L5           | Modyfikacja właściwości zeolitowych katalizatorów heterogenicznych.          | 3                |
| L6           | Pomiary właściwości sorpcyjnych wybranych katalizatorów przemysłowych.       | 4                |
| L7           | Pomiary właściwości redoksowych katalizatorów tlenkowych                     | 4                |
| L8           | Odwodornienie propanu do propenu.                                            | 5                |
| L9           | Kraking katalityczny w obecności zeolitowych katalizatorów heterogenicznych. | 5                |
| L10          | Izomeryzacja ksylenów.                                                       | 5                |
| L12          | Konwersja parowa metanu.                                                     | 5                |
| L13          | Prezentacja końcowa i odbiór sprawozdań zbiorczych.                          | 3                |

| WYKŁADY   |                                                                                                                  |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                           | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Podstawowe pojęcia i zjawiska fizykochemiczne zachodzące w trakcie procesów katalitycznych.                      | 2                |
| <b>W2</b> | Preparatyka przemysłowych katalizatorów heterogenicznych (metalicznych, tlenkowych i innych).                    | 2                |
| <b>W3</b> | Techniki badawcze stosowane do charakterystyki fizykochemicznej i aktywności katalizatorów heterogenicznych.     | 2                |
| <b>W4</b> | Przemysłowe zastosowania katalizatorów na osnowie metali.                                                        | 2                |
| <b>W5</b> | Przemysłowe zastosowania katalizatorów na osnowie tlenków.                                                       | 2                |
| <b>W6</b> | Przemysłowe zastosowania materiałów zeolitowych oraz innych materiałów mikroporowatych.                          | 2                |
| <b>W7</b> | Zastosowania katalizatorów na osnowie polimerów oraz innych nie będących metalami i tlenkami.                    | 2                |
| <b>W8</b> | Utylizacja zużytych katalizatorów heterogenicznych. Najważniejsi producenci katalizatorów w Polsce i na Świecie. | 1                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Prezentacje multimedialne

**N2** Dyskusja w grupie

## 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                                                               | 60                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 10                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 2                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 30                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 25                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 23                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>150</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 5.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Opracowanie indywidualne, prezentacja, udział w dyskusji

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Test

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** zdanie egzaminu i zaliczenie laboratorium

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Posiada podstawową wiedzę technologiczną niezbędną do zrozumienia potrzeby użycia katalizatora w procesach przemysłowych. Zna nieliczne procesy przemysłowe, w których stosowane są katalizatory heterogeniczne. Posiada szczątkową wiedzę na temat sposobów prowadzenia procesów katalitycznych, stosowanych w praktyce przemysłowej typów reaktorów oraz sposobów regeneracji katalizatorów. Ma wiedzę bardzo ogólną na temat sposobów dezaktywacji katalizatorów oraz ich utylizacji. |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | Posiada wiedzę technologiczną umożliwiającą zrozumienie powodów użycia katalizatorów heterogenicznych w procesach przemysłowych. Zna ważniejsze (tonażowo) procesy przemysłowych, w których stosowane są katalizatory heterogeniczne. Posiada wiedzę ogólną na temat sposobów prowadzenia procesów katalitycznych, stosowanych w praktyce przemysłowej typów reaktorów oraz sposobów regeneracji aktywności katalitycznej. Ma wiedzę na temat sposobów dezaktywacji najważniejszych katalizatorów oraz utylizacji.                                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 5.0        | Posiada ugruntowaną fizyko-chemiczną wiedzę technologiczną umożliwiającą zrozumienie powodów użycia katalizatorów heterogenicznych w procesach przemysłowych. Zna większość procesów przemysłowych, w których stosowane są katalizatory heterogeniczne. Ma wiedzę na temat najważniejszych producentów katalizatorów. Posiada gruntowną wiedzę na temat sposobów prowadzenia procesów katalitycznych, stosowanych w praktyce przemysłowej typów reaktorów oraz sposobów regeneracji aktywności katalitycznej. Ma wiedzę na temat sposobów dezaktywacji najważniejszych katalizatorów. Zna sposoby utylizacji zużytych katalizatorów lub potrafi zaproponować ekonomicznie opłacalną metodę ich utylizacji. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | Posiada szczątkową świadomość fizykochemiczną procesów katalitycznych - termodynamika i kinetyka reakcji chemicznych zostały przyswojone powierzchownie. Zna w stopniu ograniczonym elementarne etapy procesów katalitycznych. Zna nieliczne podstawowe pojęcia z zakresu katalizy ogólnej. Ma ograniczoną wiedzę na temat metod preparatyki katalizatorów heterogenicznych. Z trudem klasyfikuje heterogeniczne katalizatory przemysłowe. Potrafi w sposób ogólny wyjaśnić rolę nośnika i promotorów w ważniejszych przemysłowych katalizatorach heterogenicznych. Ma świadomość problemów dezaktywacji katalizatorów w procesach przemysłowych.                                                          |
| NA OCENĘ 4.0        | Posiada wiedzę ogólną fizykochemiczną pozwalającą umożliwiającą zrozumienie procesów katalitycznych. Potrafi opisać elementarne etapy procesów katalitycznych. Zna podstawowe pojęcia z zakresu katalizy ogólnej. Ma wiedzę na temat powszechnie stosowanych metod preparatyki katalizatorów heterogenicznych. Potrafi sklasyfikować heterogeniczne katalizatory przemysłowe. Potrafi wyjaśnić rolę nośnika i promotorów w ważniejszych przemysłowych katalizatorach heterogenicznych. Potrafi wskazać najważniejsze przyczyny dezaktywacji katalizatorów heterogenicznych                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0        | Posiada bardzo dobrze ugruntowaną wiedzę fizykochemiczną. Rozumie naturę fizykochemiczną procesów katalitycznych. Zna najważniejsze mechanizmy reakcji. Swobodnie klasyfikuje katalizatory przemysłowe. Potrafi przypisać i opisać dowolny katalizator do procesu przemysłowego. Posiada wiedzę na temat stosowanych metod syntezy katalizatorów heterogenicznych. Zna niezbędne fizykochemiczne metody potrzebne do charakteryzacji tekstury, składu chemicznego i morfologii katalizatorów heterogenicznych. Posiada wiedzę niezbędną do samodzielnego opracowania syntezy katalizatora heterogenicznego. Ma świadomość konieczności utylizacji zużytych katalizatorów.                                  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Umie w stopniu podstawowym dobrać właściwości fizykochemicznych katalizatora do konkretnego procesu chemicznego stanowiącego problem technologiczny do rozwiązania. Potrafi zaproponować nieliczne przemysłowe katalizatory kwasowe, zasadowe bądź redoksove dla rozważanego procesu. Umie syntezować wybrane katalizatory heterogeniczne. Nie potrafi dobrać wielkości ziarna oraz kształtu katalizatora. Nie potrafi zregenerować żadnego przemysłowego katalizatora.                                                                                                          |
| NA OCENĘ 4.0        | Umie oszacować właściwości fizykochemicznych katalizatora dla najważniejszych przemysłowych zastosowań. Potrafi zaproponować gotowy katalizatorów kwasowych, zasadowych bądź redoksowych do procesów prowadzonych w praktyce przemysłowej. Umie otrzymać katalizatory heterogeniczne prostymi metodami (impregnacja, współstrącenie, mechaniczne mieszanie). Potrafi dobrać wielkości ziarna oraz uformować kształtki katalizatora. Umie dobrać warunki niezbędne do przeprowadzenia procesu regeneracji ważniejszych katalizatorów przemysłowych.                               |
| NA OCENĘ 5.0        | Umie oszacować właściwości fizykochemicznych katalizatora dla większości przemysłowych zastosowań. Potrafi zaproponować gotowy katalizatorów o dowolnych właściwościach fizykochemicznych. Z łatwością syntezuje różnorodne katalizatory redoksove lub kwasowo-zasadowe. Potrafi dobrać wielkości ziarna oraz uformować kształtki katalizatora oraz zoptymalizować ich kształt. Umie dobrać warunki niezbędne do przeprowadzenia procesu regeneracji ważniejszych katalizatorów przemysłowych. Umie przeprowadzić chemiczną utylizację wybranych katalizatorów heterogenicznych. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi z trudem określić kierunek prac niezbędnych do opracowania katalizatora heterogenicznego dla założonego rozwiązania technologicznego. Nie potrafi w sposób jednoznaczny przydzielić pracę współpracownikom. Nie potrafi pracować w zespole w sposób bezkonfliktowy. Z trudem skupia się na powierzonych mu zadaniach.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | Potrafi określić kierunek prac niezbędnych do opracowania katalizatora heterogenicznego dla założonego rozwiązania technologicznego. Potrafi w sposób jednoznaczny przydzielić pracę poszczególnym współpracownikom. Potrafi pracować w zespole w sposób bezkonfliktowy. Potrafi zmotywować współpracowników i skupić się nie tylko na zadaniach innych ale również na własnych.                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0        | Potrafi jasno określić kierunek prac niezbędnych do opracowania przed nim celu technologicznego. Potrafi w sposób jednoznaczny przydzielić pracę poszczególnym współpracownikom oraz wyegzekwować jej wykonanie. Potrafi pracować w zespole w sposób bezkonfliktowy oraz rozwiązywać problemy interpersonalne wszystkich członków zespołu. Potrafi zmotywować współpracowników i skupić się nie tylko na zadaniach innych ale również na własnych. Posiada cechy przywódcze i cechuje go pracowitość.                                                                            |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                                                          | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSODY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K1_W08<br>K1_W09                                                               | Cel 1 Cel 2     | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7 L8 L9 L10<br>L12 L13 W1 W2<br>W3 W4 W5 W6<br>W7 W8 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K1_W08                                                                         | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8                                                 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K1_U01<br>K1_U07 b<br>K1_U10<br>K1_U21 b                                       | Cel 1 Cel 2     | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7 L8 L9 L10<br>L12 L13 W1 W2<br>W3 W4 W5 W6<br>W7 W8 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK4               | K1_K06                                                                         | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7 L8 L9 L10<br>L12 L13 W1 W2<br>W3 W4 W5 W6<br>W7 W8 | N1 N2                 | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **B. Grzybowska-Świerkosz** — *Elementy katalizy heterogeicznej*, Warszawa, 1995, PWN
- [2 ] **J. Hagen** — *Industrial Catalysis-A Practical Approach*, London, 2006, Wiley-VCH
- [3 ] **J. Barcicki** — *Podstawy katalizy heterogenicznej*, Lublin, 1998, UMCS

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **G. Ertl, H. Knözinger, F. Schuth, J. Weitkamp** — *Handbook of Heterogeneous Catalysis*, Weinheim, 2008, Wiley-VCH
- [2 ] **G. Ertl, H. Knözinger, J. Weitkamp** — *Preparation of Solid Catalysts*, Weinheim, 2008, Wiley-VCH

### LITERATURA DODATKOWA

- [1 ] **Janusz Barcicki** — *Podstawy katalizy heterogenicznej*, Lublin, 1998, Wydawnictwo UMCS

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Piotr Michorczyk (kontakt: [pmichor@pk.edu.pl](mailto:pmichor@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. Piotr Michorczyk (kontakt: [pmichor@pk.edu.pl](mailto:pmichor@pk.edu.pl))

2 mgr inż. Kamila Zeńczak-Tomera (kontakt: [zenczak@chemia.pk.edu.pl](mailto:zenczak@chemia.pk.edu.pl))

3 dr inż. Barbara Michorczyk (kontakt: [bmichorczyk@indy.chemia.pk.edu.pl](mailto:bmichorczyk@indy.chemia.pk.edu.pl))

4 dr Adam Węgrzynowicz (kontakt: [vinnicki@gmail.com](mailto:vinnicki@gmail.com))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

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