**Nazwa przedmiotu:**

Kataliza hetero- i homofazowa

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Marek Marczewski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Technologia Chemiczna

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

-

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. godziny kontaktowe 45h, w tym:
a) obecność na wykładach – 45h
2. zapoznanie się ze wskazaną literaturą – 20h
3. przygotowanie do egzaminu i obecność na egzaminie – 25h
Razem nakład pracy studenta: 45h +20h + 25h = 90h, co odpowiada 4 punktom ECTS.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1. obecność na wykładach –45h,
Razem: 45h = 45h, co odpowiada 2 punktom ECTS.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

Planowane zajęcia nie mają charakteru praktycznego (0 punktów ECTS).

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 45h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

-chemia fizyczna

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami syntezy katalizatorów stałych, podstawami pomiarów adsorpcyjnych stosowanych w katalizie, metodami pomiaru aktywności katalitycznej oraz z kinetycznym opisem reakcji przebiegających z udziałem katalizatorów stałych.

**Treści kształcenia:**

Przedmiot obejmuje przedstawienie podstawowych metod otrzymywania stałych katalizatorów, modeli układów powierzchnia/gaz do opisu których stosuje się izotermy Langmuira, Freundlicha, Temkina i BET a następnie ich zastosowanie przy pomiarach struktury porowatej, powierzchni właściwej oraz chemisorpcji sond molekularnych. Znajomość izoterm adsorpcji pozwala w dalszej części wykładu na kinetyczny opis reakcji cząsteczek chemisorbowanych na powierzchni katalizatora Następnie przedstawione zostaną metody pomiaru aktywności katalitycznej ze szczególnym uwzględnieniem procesów dyfuzyjnych. Wykład poświęcony jest także podstawowym zagadnieniom procesów przemysłowych katalizowanych kompleksami metali. Omówione zostaną teoretyczne podstawy katalizy homogenicznej i projektowanie homogenicznych układów katalitycznych. Następnie omówione zostaną procesy, w których stosuje się homogeniczne katalizatory metaloorganiczne. Wykład obejmuje procesy oligomeryzacji i izomeryzacji węglowodorów nienasyconych, katalitycznego uwodornienia związków nienasyconych, utleniania olefin (proces Wackera), hydroformylowania (synteza„oxo”), reakcje metatezy olefin, otrzymywanie kwasu octowego i jego pochodnych (proces Monsanto) itd. We wszystkich omawianych zagadnieniach poruszone zostaną aspekty mechanizmów reakcji i rozwiązań technologicznych.
Plan przedmiotu:
Kataliza heterofazowa
1. Rodzaje katalizatorów i kryteria ich doboru Wymiar 1h
2. Metody otrzymywania katalizatorów: Wymiar 3h
2.1. wybór rodzaju i formy substancji wyjściowych, procesy chemiczne/fizykochemiczne prowadzące do otrzymania prekursora katalizatora, obróbka termiczna prekursora, formowanie katalizatora.
2.2. metody otrzymywania prekursorów: strącanie, impregnacja, adsorpcja z roztworu, wymiana jonowo, reakcja w fazie stałej
3. Proces aktywacji – otrzymanie aktywnej formy katalizatora (redukcja, rozkład
termiczny w kontrolowanej atmosferze, nasiarczanie) Wymiar 2h
4. Metody oceny aktywności katalitycznej i sposoby ich realizacji Wymiar 2h
4.1.pomiar całkowy – stopień przemiany, średnia szybkość reakcji
4.2.pomiar bezgradientowy – rzeczywista szybkość reakcji
5. Efekty dyfuzji zewnętrznej i wewnętrznej w reaktorach ze złożem katalitycznym Wymiar 1h
6. Stabilność katalizatora, dezaktywacja katalizatora Wymiar 1h
7. Adsorpcja fizyczna i chemiczna. Wymiar 2h
7.1.zjawisko adsorpcji, sposób wiązania adsorbatu z powierzchnią, ciepło adsorpcji, izoterma adsorpcji, izobara adsorpcji, izochora adsorpcji.
8. Izotermy adsorpcji Langmuira, Freundlicha, Temkina i BET. Wymiar 4h
8.1. modele adsorpcji – założenia i wyprowadzenie równań izoterm
8.2. zjawisko histerezy adsorpcji
8.3. zastosowanie izoterm adsorpcji
9. Równania kinetyczne reakcji zachodzących na powierzchni stałych katalizatorów Wymiar 6h
9.1.równanie szybkości reakcji biegnącej w roztworze (kataliza homogeniczna)
9.2.równanie szybkości reakcji biegnącej na powierzchni
9.3.formalizm Rideala’a i Hinshelwooda
9.4 wyznaczanie rzędowości reakcji
9.5. interpretacja energii aktywacji reakcji – udziały poszczególnych etapów
reakcji katalitycznej
10. Doświadczalna weryfikacja równań kinetycznych Wymiar 2h
11. Określanie mechanizmu reakcji na podstawie badan kinetycznych. Wymiar 2h
12. Wpływ struktury porowatej katalizatora na selektywność reakcji Wymiar 4h
12.1. zjawisko selektywności kształtu
12.2. katalizatory wykazujące selektywność kształtu
12.3 przykłady reakcji dla których zachodzi zjawisko selektywności kształtu: synteza olefin z metanolu, synteza p-ksylenu z metanolu i toluenu.
Kataliza homofazowa:
1. Teoretyczne aspekty katalizy homogennej i projektowanie kompleksów
o katalitycznej aktywności Wymiar 3h
2. Oligomeryzacja i izomeryzacja węglowodorów nienasyconych procesy przemysłowe Wymiar 2h
3. Technologia uwodornienia i hydrokarbonylowania olefin Wymiar 2h
4. Proces Wackera – utlenianie olefin Wymiar 2h
5. Przemysłowe zastosowanie reakcji metatezy Wymiar 2h
6. Wiązanie molekularnego azotu Wymiar 2h
7. Kompleksowe katalizatory heterogenizowane i ich zastosowania Wymiar 2h

**Metody oceny:**

egzamin pisemny, testowy

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. I. Chorkendorff, J.W. Niemantsverdriet, Concepts of modern catalysis and kinetics, Wiley-CCH, weinheim 2003.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

zna ogólne podstawy syntezy katalizatorów w odniesieniu do katalizy heterogenicznej i homogenicznej

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W02:**

zna podstawy teoretyczne kinetyki reakcji katalitycznych zachodzących z udziałem katalizatorów stałych oraz pomiarów adsorpcyjnych i aktywności katalitycznej

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W03:**

zna zastosowania katalizatorów kompleksowych w technologii organicznej

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

potrafi, na podstawie znajomości mechanizmu reakcji chemicznej dobrać i zsyntezować dla niej katalizator o odpowiednich właściwościach fizykochemicznych

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U02:**

potrafi poprzez dobór katalizatora sterować aktywnością i selektywnością procesów katalitycznych

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

potrafi pracować samodzielnie studiując wybrane zagadnienie przygotowując i uzasadniając elementy analizy możliwości doboru aktywnych i selektywnych katalizatorów w wybranych procesach chemicznych

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**