**Nazwa przedmiotu:**

Laboratorium funkcjonalizacji materiałów

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Wanda Ziemkowska, profesor uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1070-ICIPN-MSP-202

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 30
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 15
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 10
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 10
Sumaryczny nakład pracy studenta 65

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

-

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

-

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 0h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 30h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

brak

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

1. Student powinien mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat chemicznych i fizykochemicznych metod funkcjonalizacji materiałów oraz metod ich charakteryzacji.
2. Student powinien posiadać praktyczne umiejętności pracy w atmosferze gazu obojętnego.
3. Student powinien posiadać praktyczne umiejętności z zakresu chemicznych i fizykochemicznych metod funkcjonalizacji materiałów oraz metod charakteryzacji ich budowy i właściwości fizyko-chemicznych.
4. Student powinien zebrać i opracować w formie pisemnego sprawozdania otrzymane wyniki doświadczalne.

**Treści kształcenia:**

Laboratorium
1. Badania katalizatorów w ogniwie paliwowym zasilanym kwasem mrówkowym (DFAFC). Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z zasadą działania niskotemperaturowych ogniw paliwowych. W ramach ćwiczenia studenci samodzielnie przygotują katalizatory, które zostaną zbadane w ogniwie paliwowym zasilanym kwasem mrówkowym. Ponadto zostanie przeprowadzona analiza ilościowa i jakościowa uzyskanych materiałów.
2. Synteza i charakterystyka materiałów typu MOF. Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z podstawowymi aspektami dotyczącymi syntezy, charakterystyki i post-syntetycznej modyfikacji materiałów typu MOF. W trakcie zajęć studenci będą mieli do wykonania trzy podstawowe zadania: (i) syntezę oksocynkowego prekursora, (ii) mechanochemiczne przekształcenie prekursora do materiałów MOF-5 i IRMOF-3, oraz (III) post-syntetyczną modyfikację materiału IRMOF-3 z wykorzystaniem acetyloacetonianu manganu(II).
3. Wytwarzanie i charakterystyka nanokrystalicznych elektrochemicznych powłok metalicznych i kompozytowych. Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z wytwarzaniem metalicznych (Ni, Cu) i kompozytowych (Ni/Al2O3, Cu/CNTs) powłok nanokrystalicznych metodą elektrochemiczną oraz z metodami badania ich struktury i właściwości. Omówiona będzie również korelacja parametrów wytwarzania z wydajnością katodową procesu, mikrostrukturą i właściwościami wytworzonych powłok (mikrotwardością, przyczepnością powłoki do podłoża, współczynnikiem tarcia, odpornością korozyjną oraz jakością).

**Metody oceny:**

1. wykonanie projektu
2. sprawdzian ustny
3. referat
4. sprawozdanie
5. dyskusja

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Badania katalizatorów w ogniwie paliwowym zasilanym kwasem mrówkowym (DFAFC). Instrukcja do ćwiczenia
2. Synteza i charakterystyka materiałów typu MOF. Instrukcja do ćwiczenia
3. Wytwarzanie i charakterystyka nanokrystalicznych elektrochemicznych powłok metalicznych i kompozytowych. Instrukcja do ćwiczenia
Literatura dodatkowa:
4. A. Małek, M. Wendeker „Ogniwa paliwowe typu PEM teoria i praktyka”, Politechnika Lubelska, 2010, ISBN: 978-83-62596-08-9
5. Steven L. Suib „New and Future Developments in Catalysis”, ELSEVIER, 2013, ISBN: 978-0-444-53880-2
6. László Guczi András Erdôhelyi „Catalysis for Alternative Energy Generation” Springer Science & Business Media, 2012, ISB: 9781461403449
7. R.C.G. Frem et al. (2017) The Amazing Chemistry of Metal-Organic Frameworks, w: E. Longo, F. La Porta (ed), Recent Advances in Complex Functional Materials, Springer, 2017
8. F.X. Llabres i Xamena, J. Gascon, Metal Organic Frameworks as Heterogeneous Catalysts, RSC Catalysis Series No. 12, 2013
9. D. Prochowicz, K. Sokołowski, I. Justyniak, A. Kornowicz, D. Fairen-Jimenez, T. Friščić, J. Lewiński, Chem. Commun. 2015, 51, 4032; D. Prochowicz, J. Nawrocki, M. Terlecki, W. Marynowski, J. Lewiński, Inorg. Chem. 2018, 57, 13437.
10. J. Liu, L. Chen, H. Cui, J. Zhang, L. Zhang, C.-Y. Su, Chem. Soc. Rev. 2014, 43, 6011.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Przedmiot jest realizowany w formie ćwiczeń laboratoryjnych.
Student musi wziąć udział w 3 ćwiczeniach (każde 2 dni po 5 godzin).
Przed zajęciami student powinien zapoznać się z instrukcją wykonywania danego ćwiczenia.
Weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia się jest dokonywana na podstawie wyników wstępnego kolokwium (pisemnego lub ustnego), aktywności w czasie zajęć laboratoryjnych, kolokwium końcowego (pisemnego lub ustnego) i sprawozdania.
Sprawozdanie (jedno dla całej grupy) należy dostarczyć prowadzącemu najpóźniej po 1 tygodniu od zajęć.
Prowadzący wystawiają studentom oceny z każdego ćwiczenia i przesyłają koordynatorowi przedmiotu.
Ocena końcowa z przedmiotu jest obliczana w następujący sposób: suma 3 ocen cząstkowych jest dzielona przez 3.
W przypadku nieobecności studenta na 1 lub więcej ćwiczeń spowodowanej udokumentowanym wypadkiem losowym, koordynator wyznacza dodatkowy termin ćwiczenia.

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnych ocen z wszystkich 3 ćwiczeń i tym samym pozytywnej oceny końcowej z przedmiotu.
W przypadku błędów w sprawozdaniu studenci mają obowiązek poprawiać je do momentu uzyskania pozytywnej oceny od prowadzącego.
Ocena końcowa z przedmiotu jest obliczana w następujący sposób: suma 3 ocen cząstkowych jest dzielona przez 3.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Zna zaawansowane techniki funkcjonalizacji materiałów i struktur, w tym metodę pracy w atmosferze gazu obojętnego (technika Schlenka).

Weryfikacja:

wykonanie projektu, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W01, K2\_W02, K2\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W2:**

Zna metody charakterystyki budowy sfunkcjonalizowanych materiałów i struktur oraz właściwości fizyko-chemiczne otrzymanych.

Weryfikacja:

sprawdzian ustny, referat, sprawozdanie, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Posiada umiejętności korzystania z danych literaturowych i internetowych w celu samodzielnego rozwiązywania zadanych problemów.

Weryfikacja:

sprawdzian ustny, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U01, K2\_U02, K2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK

**Charakterystyka U2:**

Potrafi otrzymać, scharakteryzować i zbadać własności sfunkcjonalizowanych materiałów.

Weryfikacja:

wykonanie projektu, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U04, K2\_U05, K2\_U07, K2\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.o, P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK

**Charakterystyka U3:**

Potrafi opracować i przedyskutować sprawozdanie z otrzymanych wyników badań.

Weryfikacja:

sprawdzian ustny, referat, sprawozdanie, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U05, K2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Potrafi pracować samodzielnie nad zadanym zagadnieniem – problemem naukowym oraz podsumować otrzymane wyniki w celu ich zaprezentowania.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, referat, sprawozdanie, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K01, K2\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK, I.P6S\_KR, P6U\_K, I.P6S\_KK