

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: Zaawansowane materiały porowate (WTCASCSM-ZMP)

Nazwa w języku polskim:

Nazwa w jęz. angielskim: Advanced porous materials

Dane dotyczące przedmiotu:

Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Nowych Technologii i Chemii

Przedmiot dla jednostki: Wydział Nowych Technologii i Chemii

Cykl dydaktyczny: Semestr zimowy 2026/2027

Koordynator przedmiotu cyklu: prof. dr hab. inż. Jerzy Choma

Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:

Zaliczenie na ocenę

Język wykładowy:

polski

Skrócony opis:

Adsorpcja w układach ciecz/gaz, ciało stałe/gaz i ciało stałe/ciecz. Adsorpcja z roztworów. Adsorpcja dynamiczna w układzie gaz/ciało stałe (chromatografia gazowa) i ciecz/ciało stałe (chromatografia cieczowa). Kataliza homo- i heterogeniczna jako filar zielonej chemii. Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie zaawansowanych materiałów porowatych. Przegląd technik badania struktury, morfologii, składu chemicznego oraz powierzchniowych i termicznych właściwości materiałów porowatych. Adsorpcja azotu jako kompletna metoda wyznaczania powierzchni właściwej, całkowitej objętości porów, objętości mikro- i mezoporów materiałów porowatych. Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie otrzymywania porowatych materiałów krzemionkowych. Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie otrzymywania porowatych materiałów węglowych. Sieci metaloorganiczne (MOF). Otrzymywanie i badanie adsorpcyjnych właściwości grafenowych materiałów kompozytowych. Wykorzystanie mechanochemii do otrzymywania wysoce porowatych materiałów.

Opis:

Wykłady (24 godz.)

- Adsorpcja w układach ciecz/gaz. Izoterma adsorpcji Gibbsa. Adsorpcja w układach ciało stałe/gaz, ciało stałe/ciecz. Równania Henry'ego, Langmuira, Freundlicha, BET. Kondensacja kapilarna. (2 godz.)
- Adsorpcja z roztworów: adsorpcja substancji o nieograniczonej rozpuszczalności i adsorpcja z roztworów rozcieńczonych. Izotermy adsorpcji. Kinetyka adsorpcji. Oddziaływania adsorbat-adsorbent. Czynniki wpływające na szybkości i efektywność procesu adsorpcji: właściwości fizykochemiczne adsorbentu i adsorbentu, pH, siła jonowa, temperatura. (4 godz.)
- Adsorpcja dynamiczna w układzie gaz/ciało stałe (chromatografia gazowa) i ciecz/ciało stałe (chromatografia cieczowa). Istota i mechanizm procesu rozdzielania. Fazy stacjonarne i ich charakterystyka. (4 godz.)
- Definicja katalizy i katalizatora. Kataliza a równowaga chemiczna i szybkość reakcji. Kataliza homo- i heterogeniczna (katalizatory samonośne i nośnikowe). Kataliza enzymatyczna. Kataliza jako filar zielonej chemii. (2 godz.)
- Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie zaawansowanych materiałów porowatych. Klasyfikacja i właściwości nanomateriałów. Otrzymywanie i właściwości materiałów porowatych. Zastosowanie nanomateriałów. Podsumowanie. (1 godz.)
- Przegląd technik badania struktury, morfologii, składu chemicznego oraz powierzchniowych i termicznych właściwości materiałów porowatych. Termogravimetria, adsorpcja, dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego, SEM, TEM. Podsumowanie. (1 godz.)
- Adsorpcja azotu jako kompletna metoda wyznaczania powierzchni właściwej, całkowitej objętości porów, objętości mikro- i mezoporów materiałów porowatych. Adsorpcja gazów (azot w temp. 77 K i argon w temp. 87 i 77K). Izotermy adsorpcji. Charakterystyka adsorpcyjna. Objętość porów wyznaczana z jednego punktu izotermy. Powierzchnia właściwa BET. Analiza porowatości metodą s. Materiały MCM-41 jako modelowe adsorbenty. Adsorpcyjne metody analizy rozkładu objętości porów. Dokładna metoda wyznaczania funkcji rozkładu porów. Metoda DFT analizy funkcji rozkładu objętości porów. (2 godz.)
- Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie otrzymywania porowatych materiałów krzemionkowych. Mezoporowate krzemionki z kanałowymi porami otrzymane metodą odwzorowania. Uporządkowane mezoporowate krzemionki otrzymane poprzez odwzorowanie surfaktantów. Uporządkowane mezoporowate krzemionki otrzymane poprzez odwzorowanie polimerów. Mezoporowate krzemionki z klatkowymi porami otrzymywane metodą odwzorowania. Uporządkowane mezoporowate organokrzemionki z powierzchniowymi i mostkowymi grupami funkcyjnymi. (2 godz.)
- Sieci metaloorganiczne (MOF). Materiały MOF – definicja. Nomenklatura struktur organiczno-nieorganicznych. Budowa materiałów MOF. Struktury IRMOF. Podział materiałów MOF. Otrzymywanie. Modyfikacje materiałów MOF. Charakterystyka fizykochemiczna MOF. Właściwości adsorpcyjne. Zastosowanie. Podsumowanie. (2 godz.)
- Otrzymywanie i badanie adsorpcyjnych właściwości grafenowych materiałów kompozytowych. Omówienie syntezy grafenowych materiałów kompozytowych o bardzo dobrych parametrach struktury porowatej. Charakterystyka strukturalna oraz analiza składu otrzymanych materiałów z wykorzystaniem wybranych technik: SEM, TEM, SR, XRD, EDS, XRF, XPS. Wyniki badań właściwości adsorpcyjnych otrzymanych materiałów względem N₂, CO₂, C₆H₆ i H₂. Propozycja potencjalnego zastosowania otrzymanych porowatych materiałów kompozytowych do pochłaniania/ magazynowania gazów. (2 godz.)
- Wykorzystanie mechanochemii do otrzymywania wysoce porowatych materiałów. Historia mechanochemii. Dlaczego mechanochemia? Synteza mechanochemiczna. Węgle aktywne. Mechanochemiczne otrzymywanie materiałów grafenowych. Synteza tlenków metali i ich kompozytów. Synteza struktur metaloorganicznych. Mechano-chemiczna synteza węgla o silnie rozwiniętej mezoporowatości z bimodalnym rozkładem porów. Podsumowanie. (2 godz.)

Ćwiczenia (4 godz.)

- Obliczenia powierzchni właściwej materiałów porowatych metodą BET na podstawie doświadczalnej izotermy adsorpcji azotu. (2 godz.)
- Obliczenia całkowitej objętości porów oraz objętości mikro- i mezoporów metodą alfa s na podstawie doświadczalnej izotermy adsorpcji azotu. (2 godz.)

Laboratoria (20 godz.)

- Dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego (XRD). (4 godz.)
- Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM, SEM-EDS, SEM-EDX) (4 godz.)
- Analiza termogravimetryczna (TG). (4 godz.)
- Analiza elementarna. (4 godz.)
- Niskotemperaturowa adsorpcja gazów. (4 godz.)

Literatura:

- E.T. Dutkiewicz, Fizykochemia powierzchni, WNT, Warszawa 1998.
- P. Atkins, Chemia fizyczna, PWN, Warszawa 2021.
- Z. Sarbak, Adsorpcja i adsorbenty. Teoria i zastosowanie, Wyd. Nauk. UAM, Poznań 2000.
- Z. Sarbak, Kataliza w ochronie środowiska, Wyd. Nauk. UAM, Poznań 2004.
- R.C. Bansal, M. Goyal, Adsorpcja na węglu aktywnym, WNT, Warszawa 2009.
- Z. Witkiewicz J. Kałużna-Czaplińska, Podstawy chromatografii i technik elektromigracyjnych, PWN, Warszawa 2017.
- B. Szczeńniak, J. Choma, M. Jaroniec, Major advances in the development of ordered mesoporous materials, Chemical Communications, 2020, 56, 7836-7848.
- B. Szczeńniak, S. Borysiuk, J. Choma, M. Jaroniec, Mechano-chemical synthesis of highly porous materials, Materials Horizons, 2020, 7, pp. 1457-1473
- S. Główniak, B. Szczeńniak, J. Choma, M. Jaroniec, Mechano-chemistry: toward green synthesis of metal-organic frameworks, Materials Today, 2021, 46, 109-124.

Efekty uczenia się:

- W1. Student ma ugruntowaną, poszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu wybranej specjalności. / K_W01
W2. Zna współczesne poglądy na budowę i właściwości związków chemicznych. / K_W02
W3. Ma rozszerzoną wiedzę na temat metod otrzymywania substancji organicznych i nieorganicznych, między innymi substancji o szczególnych właściwościach, w tym substancji niebezpiecznych. / K_W03
W4. Zna podstawy teoretyczne metod wykrywania, identyfikacji i analizy różnych substancji, określania struktury związków, składu chemicznego mieszanin oraz ich właściwości, zarówno metod klasycznych, jak i instrumentalnych, w tym metod chromatograficznych, dyfrakcyjnych, spektroskopowych, elektrochemicznych, adsorpcyjnych, termofizycznych, optycznych i innych. / K_W04
W5. Zna wybrane programy komputerowe do modelowania molekularnego cząsteczek i ich układów oraz rozumie podstawy metod obliczeniowych w nich wykorzystywanych. / K_W05
W6. Ma rozszerzoną wiedzę na temat nowoczesnych związków organicznych wykazujących właściwości użytkowe, znajdujących zastosowanie m.in. w elektronice, fotonice czy inżynierii materiałowej. / K_W08
W7. Ma wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach z zakresu nauk chemicznych i pokrewnych. / K_W11
W8. Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, a w szczególności zasady bezpiecznego postępowania z substancjami chemicznymi i materiałami niebezpiecznymi. Zna podstawowe regulacje prawne związane z ogólnie pojętym bezpieczeństwem chemicznym. / K_W13
W9. Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej. / K_W14
- U1. Student potrafi planować i wykonywać eksperymenty w laboratorium chemicznym, przestrzegając zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, bezpiecznego postępowania z chemikaliami, w tym substancjami niebezpiecznymi, oraz selekcji i utylizacji odpadów chemicznych. / K_U02
U2. Potrafi realizować procesy, używając odpowiednio dobranych metod, technik i narzędzi do otrzymywania różnego rodzaju materiałów organicznych i nieorganicznych. / K_U03
U3. Potrafi dobrać i wykorzystać właściwą aparaturę pomiarową do wykrywania, identyfikacji i analizy substancji organicznych i nieorganicznych, między innymi substancji o szczególnych właściwościach, w tym substancji niebezpiecznych., do określania struktury związków, składu chemicznego mieszanin oraz ich właściwości. / K_U04
U4. Potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, bazach danych i innych źródłach, zna podstawowe czasopisma naukowe z dziedziny chemii oraz ma zdolność oceny rzetelności pozyskanych informacji. / K_U05
U5. Potrafi wykorzystać wiedzę informatyczną i chemiczną do stosowania profesjonalnego oprogramowania w analizie wyników i prowadzeniu symulacji związanych z problemami chemicznymi. Potrafi korzystać z komercyjnych pakietów chemicznych oraz baz informacji naukowej. Potrafi stosować zaawansowane techniki informacyjno-komunikacyjne. / K_U06
U6. Potrafi w sposób krytyczny ocenić i interpretować wyniki eksperymentów, obserwacji i obliczeń teoretycznych, a także przedyskutować błędy pomiarowe i wyciągnąć wnioski. / K_U07
U7. Posiada pogłębioną umiejętność przygotowania prac pisemnych i ustnych dotyczących zagadnień z zakresu ogólnie pojmowanej tematyki chemicznej z wykorzystaniem opracowań polsko- i obcojęzycznych, a także własnych obserwacji i przemysłów. / K_U08
U8. Potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę do analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań analitycznych oraz formułowania i rozwiązywania złożonych i nietypowych problemów. Potrafi innowacyjnie wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach, także w warunkach zagrożeń substancjami niebezpiecznymi. / K_U09
U9. Potrafi formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi. / K_U10
U10. Potrafi w sposób przystępny przedstawić wyniki odkryć dokonanych w dziedzinie chemii i dyscyplin pokrewnych oraz prowadzić dyskusję na te tematy. / K_U11
U11. Potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach. / K_U13
- K1. Uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu. Potrafi krytycznie oceniać odbierane treści. / K_K01

Metody i kryteria oceniania:

Przedmiot zaliczany jest na podstawie: zaliczenia
Ćwiczenia zaliczane są na podstawie: obecności
Laboratoria zaliczane są na podstawie: obecności i zaliczenia wykonanego sprawozdania

Zaliczenie wykładów przeprowadzone jest w formie ustnej (prof. J. Choma) oraz pisemnej (prof. K. Kuśmierk) jako dwa zaliczenia częściowe. O ocenie decyduje poprawność merytoryczna i obszerność odpowiedzi. Ocena z wykładów wystawiana jest w oparciu o następujące kryteria:

- ocena 2 – poniżej 50% poprawnych odpowiedzi;
- ocena 3 – 50 ÷ 60%;
- ocena 3,5 – 61 ÷ 70%;
- ocena 4 – 71 ÷ 80%;
- ocena 4,5 – 81 ÷ 90%;
- ocena 5 – powyżej 91%.

Oceny te mogą być odpowiednio modyfikowane biorąc pod uwagę stopień poprawności udzielanych odpowiedzi. Ocena końcowa stanowi średnią z dwóch zaliczeń częściowych.

Zaliczenie ćwiczeń wymaga umiejętności wykazania się wiedzą informatyczną i chemiczną do stosowania profesjonalnego

oprogramowania w analizie wyników i prowadzeniu symulacji związanych z problemami chemicznymi.

Zaliczenie laboratoriów wymaga wykazania się znajomością budowy, działania i metodyki pomiarów z użyciem zaawansowanej aparatury do badania fizykochemicznych właściwości powierzchni ciał stałych.

Osiągnięcie efektów W1-W9 i umiejętności U1-U11 weryfikowane jest podczas ćwiczeń, laboratoriów oraz kolokwium cząstkowych, natomiast efekty K1 sprawdzane są w podczas obserwacji studentów na laboratoriach i ćwiczeniach.

Praktyki zawodowe:

Brak

Rodzaj studiów

II stopnia

Rodzaj przedmiotu

obowiązkowy

Przedmioty wprowadzające

Język angielski

Wymagania wstępne: znajomość języka w stopniu wystarczającym do czytania ze zrozumieniem tekstów naukowych i technicznych

Chemia fizyczna

Wymagania wstępne: znajomość podstawowych pojęć i procesów fizykochemicznych

Programy

Semestr studiów: II / kierunek studiów: Chemia i analiza materiałów niebezpiecznych

Forma zajęć liczba godzin/rygor

W 24/+; C 4/+; L 20/+ razem: 48 godz., 3 pkt ECTS

Autor

prof. dr hab. inż. Jerzy Choma

dr hab. Krzysztof Kuśmierk

Bilans ECTS

Aktywność / obciążenie studenta w godz.

1. Udział w wykładach / 24

2. Udział w ćwiczeniach / 4

3. Udział w laboratoriach / 20

4. Samodzielne studiowanie tematyki wykładów / 10

5. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń / 2

6. Samodzielne przygotowanie do laboratorium / 6

7. Przygotowanie do zaliczenia / 10

Godz. / ECTS

Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 76 / 3

Zajęcia z udziałem nauczycieli: 48 / 1,9

Zajęcia powiązane z działalnością naukową: 76 / 3

Dane dotyczące przedmiotu cyklu:

Domyślny typ protokołu dla przedmiotu cyklu:

Zaliczenie na ocenę