

„ZATWIERDZAM”

.....

.....

KARTA INFORMACYJNA PRZEDMIOTU/ZAJĘĆ
(wersja anglojęzyczna w przypadku przedmiotu/zajęć w j. angielskim)

nazwa przedmiotu	<i>Materiały nanoporowate</i>	<i>Nanoporous materials</i>
Kod przedmiotu	WTCCXCSM-MN	
Język wykładowy	polski	
Profil studiów	<i>ogólnoakademicki</i>	
Forma studiów	<i>stacjonarne</i>	
Poziom studiów	<i>studia II stopnia</i>	
Rodzaj przedmiotu	<i>wybieralny</i>	
Obowiązuje od naboru	2022/2023	
Forma zajęć, liczba godzin/rygor, razem godz., pkt ECTS	W 10/+, C 6/+, razem: 16 godz., 1 pkt ECTS	
Przedmioty wprowadzające	<i>Chemia fizyczna, studia I stopnia.</i> <i>Technologia chemiczna, studia I stopnia.</i>	
Semestr/kierunek studiów	<i>II / kierunek studiów: chemia</i> <i>specjalność: materiały niebezpieczne i ratownictwo chemiczne</i> <i>materiały wybuchowe i pirotechnika</i>	
Autor	prof. dr hab. inż. Jerzy Choma	
Jednostka organizacyjna odpowiedzialna za przedmiot	WTC Instytut Chemii	
Skrócony opis przedmiotu	1. <i>Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie nanostruktur.</i> 2. <i>Adsorpcja azotu i argonu jako kompletna metoda wyznaczania powierzchni właściwej, porowatości i powierzchniowych właściwości materiałów nanoporowatych.</i> 3. <i>Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie otrzymywania nanoporowatych materiałów krzemionkowych.</i> 4. <i>Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie otrzymywania nanoporowatych materiałów węglowych.</i> 5. <i>Sieci metaloorganiczne (MOF).</i> 6. <i>Otrzymywanie i badanie adsorpcyjnych właściwości grafenowych materiałów kompozytowych.</i> 7. <i>Obliczenia parametrów struktury porowatej materiałów na podstawie izoterm adsorpcji.</i>	
Pełny opis przedmiotu (treści programowe)	Wykład 1. NAJNOWSZE OSIĄGNIĘCIA W DZIEDZINIE NANOSTRUKTUR / 2 godz.	

	<i>Klasyfikacja i właściwości nanomateriałów. Otrzymywanie i właściwości materiałów nanoporowatych. Zastosowania nanomateriałów. Podsumowanie.</i> 2. ADSORPCJA AZOTU I ARGONU JAKO KOMPLETNA METODA WYZNACZANIA POWIERZCHNI WŁAŚCIWEJ, POROWATOŚCI I POWIERZCHNIOWYCH WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW NANOPOROWATYCH / 2 godz. <i>Adsorpcja azotu – przegląd. Adsorpcyjna charakterystyka materiałów nanoporowatych. Objętość porów. Powierzchnia BET. Analiza metodą α_s. Materiały MCM-41 jako modelowe mezoporowate materiały. Adsorpcyjne metody analizy funkcji rozkładu objętości porów. Metoda Kruka, Jarońca i Sayari. Metoda DFT.</i> 3. NAJNOWSZE OSIĄGNIĘCIA W DZIEDZINIE OTRZYMYWANIA NANOPOROWATYCH MATERIAŁÓW KRZEMIONKOWYCH / 2 godz. <i>Metoda odwzorowania do otrzymywania kanałowych mezoporów. Zastosowanie surfaktantów do otrzymywania nanoporowatych materiałów. Mezoporowate uporządkowane materiały krzemionkowe w porównaniu z konwencjonalną krzemionką. Otrzymywanie mezoporowatych materiałów krzemionkowych poprzez odwzorowanie na polimerach. Synteza nanoporowatych materiałów z wykorzystaniem techniki mikrofalowej. Otrzymywanie mezoporowatych materiałów klatkowych. Analiza porowatości materiałów klatkowych. Struktura mezoporowatych materiałów klatkowych. Uporządkowane mezoporowate materiały krzemionkowe z powierzchniowymi i z mostkowymi grupami funkcyjnymi.</i> 4. NAJNOWSZE OSIĄGNIĘCIA W DZIEDZINIE OTRZYMYWANIA NANOPOROWATYCH MATERIAŁÓW WĘGLOWYCH / 2 godz. <i>Synteza materiałów węglowych o jednorodnych porach. Otrzymywanie nanoporowatych materiałów węglowych poprzez odwzorowanie na stałych matrycach. Synteza materiałów nanoporowatych w wyniku koloidalnego odwzorowania. Adsorpcyjne właściwości materiałów węglowych otrzymywanych metodą koloidalnego odwzorowania. Synteza nanoporowatych materiałów węglowych metodą odwzorowania na miękkich matrycach. Właściwości nanoporowatych materiałów węglowych otrzymywanych metodą odwzorowania na miękkich matrycach.</i> 5. SIECI METALOORGANICZNE (MOF) / 1 godz. <i>Materiały MOF – definicja. Nomenklatura struktur organiczno-nieorganicznych. Budowa materiałów MOF. Struktury IRMOF. Podział materiałów MOF. Otrzymywanie. Modyfikacje MOF. Charakterystyka fizykochemiczna MOF. Właściwości adsorpcyjne. Zastosowanie. Podsumowanie.</i> 6. OTRZYMYWANIE I BADANIE ADSORPCYJNYCH WŁAŚCIWOŚCI GRAFENOWYCH MATERIAŁÓW KOMPOZYTOWYCH / 1 godz. <i>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 N_2, CO_2, C_6H_6 i H_2. Propozycja potencjalnego zastosowania otrzymanych porowatych materiałów kompozytowych do pochłaniania/ magazynowania gazów.</i> ĆWICZENIA 7. OBLICZENIA PARAMETRÓW STRUKTURY POROWATEJ MATERIAŁÓW NA PODSTAWIE IZOTERM ADSORPCJI / 4 godz. <i>Obliczenia powierzchni właściwej metodą BET. Obliczenia parametrów struktury porowatej metodą α_s. Wyznaczanie powierzchni całkowitej porów.</i> 8. WYZNACZANIE FUNKCJI ROZKŁADU OBJĘTOŚCI PORÓW NA PODSTAWIE IZOTERM ADSORPCJI / 2 godz.
--	---

	Wyznaczanie rozkładu objętości porów metodą KJS i DFT.
Literatura	<i>Podstawowa:</i> 1) J. Choma, M. Jaroniec: "Characterization of nanoporous carbons by using gas adsorption isotherms", in "Activated Carbon Surfaces in Environmental Remediation" (T. Bandosz, Ed.), Academic Press, Oxford, 2006, chapter 3, published in series: Interface Science and Technology, vol. 7, 2006, 107-158. 2) J. Choma, M. Jaroniec, M. Kloske: „Właściwości adsorpcyjne uporządkowanych mezoporowatych adsorbentów krzemionkowych”, <i>Biblioteka Wiadomości Chemicznych</i>, 2001, 89-137. 3) J. Choma, M. Jaroniec, A. Zawislak: „Mezoporowate węgle: synteza i właściwości”, <i>Wiadomości Chemiczne</i>, 2008, 62 (nr 5-6), 373-403. 4) J. Choma, M. Kloske, M. Jaroniec: „Recent developments in synthesis and characterization of nanoporous carbons”, in "Carbon Materials. Theory and Practice", A.P. Terzyk, P. A. Gauden, P. Kowalczyk, eds., Research Signpost, Kerala, India, 2008, 15-49. 5) S. Szeligowska, J. Choma, M. Jaroniec: „Otrzymywanie i właściwości adsorpcyjne sieci metaloorganicznych”, <i>Wiadomości Chemiczne</i>, 2017, 71, Nr 5-6, 299-322. 6) B. Szczęśniak, J. Choma, M. Jaroniec: „Materiały kompozytowe MOF-grafen”, <i>Wiadomości Chemiczne</i>, 2017, 71, Nr 9-10, 671-693. <i>Uzupełniająca:</i> 1) B.J. Jankiewicz, D. Jamiola, J. Choma, M. Jaroniec: „Silica-metal core-shell nanostructures”, <i>Advances in Colloid and Interface Science</i>, 2012, 170(1-2), 28-47. 2) B. Szczęśniak, J. Choma, M. Jaroniec: „Otrzymywanie i właściwości adsorpcyjne materiałów grafenowych”, <i>Wiadomości Chemiczne</i>, 2016, 70 (nr 3-4), 189-217. 3) B. Szczęśniak, J. Choma, M. Jaroniec: „Gas adsorption properties of graphene-based materials”, <i>Advances in Colloid and Interface Science</i>, 2017, 243, 46-59. 3) B. Szczęśniak, J. Choma, M. Jaroniec: „Gas adsorption properties of hybrid graphene-MOF materials”, <i>Journal of Colloid and Interface Science</i>, 2018, 514, 801-813. 4) S. Głowniak, B. Szczęśniak, J. Choma, M. Jaroniec: „Advances in microwave synthesis of nanoporous materials”, <i>Advanced Materials</i>, 2021, 2103477.
Efekty uczenia się	<i>Wiedza</i> W1. Ma ugruntowaną i poszerzoną wiedzę z zakresu wybranej specjalności. K_W02 W2. Ma ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach z zakresu nauk chemicznych i pokrewnych. K_W16 <i>Umiejętności</i> U1. Potrafi planować i wykonywać badania doświadczalne lub obserwacje w laboratorium chemicznym w zgodzie z zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy, bezpiecznego postępowania z chemikaliami oraz selekcji i utylizacji odpadów chemicznych. K_U03 U2. Potrafi określić strukturę materiałów oraz ich właściwości fizykochemiczne w oparciu o badania rentgenograficzne, adsorpcyjne, termofizyczne, optyczne i inne. K_U07 U3. Potrafi formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi. K_U18 <i>Kompetencje społeczne</i>

	<i>K1. Rozumie społeczne aspekty praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności (zwłaszcza w działalności gospodarczej) oraz związaną z tym odpowiedzialność. K_K04</i>
Metody i kryteria oceniania (sposób sprawdzania osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się)	<i>Zaliczenie przedmiotu odbywa się w formie ustnej. Pełna odpowiedź na pięć pytań - ocena 5,0, niepełna odpowiedź na pięć pytań - ocena 4,5, pełna odpowiedź na cztery pytania - ocena 4,0, niepełna odpowiedź na cztery pytania - ocena 3,5, pełna odpowiedź na trzy pytania - ocena 3,0, niepełna odpowiedź na trzy pytania - ocena 2,0.</i> <i>Osiągnięcie efektów W1, W2, U1, U2, U3 i K1 weryfikowane jest podczas zaliczenia przedmiotu i ćwiczeń.</i> <i>Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student, który posiadał wiedzę, umiejętności i kompetencje przewidziane efektami kształcenia, a ponadto wykazuje zainteresowanie przedmiotem, w sposób twórczy podchodzi do powierzonych zadań i wykazuje się samodzielnością w zdobywaniu wiedzy. Wykazuje się wytrwałością i samodzielnością w pokonywaniu trudności oraz systematycznością pracy.</i> <i>Ocenę dobrą otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem nauczania w stopniu dobrym. Potrafi rozwiązywać problemy o średnim stopniu trudności.</i> <i>Ocenę dostateczną otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem nauczania w stopniu dostatecznym. Samodzielnie rozwiązuje problemy o niskim stopniu trudności. W jego wiedzy i umiejętnościach zauważalne są luki, które potrafi jednak uzupełnić pod kierunkiem nauczyciela.</i> <i>Ocenę niedostateczną otrzymuje student, który nie posiadał wiedzy, umiejętności i kompetencji w zakresie koniecznych wymagań.</i> <i>Ćwiczenia zaliczane są na podstawie obecności studentów na zajęciach.</i>
Bilans ECTS (nakład pracy studenta)	<i>Aktywność / obciążenie w godz.</i> <i>1. Udział w wykładach / 10</i> <i>2. Samodzielne studiowanie tematyki wykładów / 10</i> <i>3. Udział w ćwiczeniach /6</i> <i>3. Udział w konsultacjach / 4</i> <i>Godz. / ECTS</i> <i>Summaryczne obciążenia pracą studenta 30 / 1</i> <i>Zajęcia z udziałem nauczycieli: 16 / 0.5</i> <i>Zajęcia powiązane z pracą naukową: 20 / 1</i>

autor

kierownik
jednostki organizacyjnej odpowiedzialnej za przedmiot

.....

.....