



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Technologie otrzymywania nanomateriałów, PG_00028253						
Kierunek studiów	Nanotechnologia						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2021 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2022/2023		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie	Grupa zajęć			Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	2	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	4	Liczba punktów ECTS			4.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			egzamin		
Jednostka prowadząca	Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	dr inż. Marcin Łapiński					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr inż. Marta Prześniak-Welenc dr inż. Marcin Łapiński dr inż. Michał Winiarski dr hab. inż. Natalia Wójcik					
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	15.0	0.0	0.0	45
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów	Udział w konsultacjach		Praca własna studenta		RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	45	5.0		50.0		100
Cel przedmiotu	Poznanie technologii nanomateriałów stosowanych w technice i medycynie.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K6_W05] Posiada podstawową wiedzę w zakresie chemii nieorganicznej i organicznej, chemii fizycznej i termodynamiki chemicznej	Student posiada wiedzę dotyczącą metod wytwarzania nanomateriałów. Umie wymienić i scharakteryzować fizyczne oraz chemiczne metody wytwarzania.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
	[K6_U10] Potrafi przewidywać i oceniać potencjalne negatywne biologiczne i ekologiczne skutki wytwarzania nanostruktur na skalę przemysłową i ich praktycznych zastosowań.	Student zna i rozumie zagrożenia związane z wytwarzaniem i użytkowaniem nanomateriałów	[SU2] Ocena umiejętności analizy informacji
	[K6_W06] Ma podstawową wiedzę w zakresie nauki o materiałach (struktura ciał krystalicznych i amorficznych, wiązania krystaliczne, defekty strukturalne i ich wpływ na właściwości materiałów, drgania sieci i właściwości cieplne materiałów, struktura elektronowa, wybrane zjawiska transportu).	Student ma podstawową, podbudowaną teoretycznie, wiedzę w zakresie wybranych działów inżynierii materiałowej oraz, w stopniu adekwatnym do potrzeb, w zakresie pokrewnych dziedzin nauki lub techniki.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
	[K6_U09] Posiada umiejętność projektowania i realizacji procesów wytwarzania materiałów nanostrukturalnych	Student potrafi planować i przeprowadzać badania eksperymentalne i krytycznie analizować ich wyniki, wyciągać wnioski i formułować umotywowane opinie.	[SU1] Ocena realizacji zadania
[K6_U06] Potrafi w prosty i trafny sposób przedstawić problemy technologiczne i naukowe związane z wytwarzaniem i zastosowaniami nanostruktur specjalistom z nauk pokrewnych oraz inicjować i koordynować współpracę interdyscyplinarną	Student potrafi omówić podstawowe metody wytwarzania nanomateriałów	[SU1] Ocena realizacji zadania	
Treści przedmiotu	Materiały we współczesnej technice. Skala zjawisk fizycznych. Przykłady zastosowania nanotechnologii w życiu codziennym. Teoretyczne, techniczne i ekonomiczne granice miniaturyzacji. Narzędzia badawcze stosowane w nanotechnologii. Metody obrazowania struktury nanomateriałów. Obrazowanie nanocząstek metodami mikroskopii sił atomowych, mikroskopii elektronowej. Zastosowanie metody dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego do określania rozmiaru krystalitów i badania rozkładu wielkości nanokrystalitów. Metody tomograficzne, nanoindentacja. Metody wytwarzania nanocząstek w fazie ciekłej (strącanie, metody koloidalne, metody solwotermalne), gazowej, stałej. Metody wytwarzania nanowłókien. Ciągnięcie nanowłókien, samoorganizacja molekularna, elektroprzędzenie nanowłókien. Nanomateriały węglowe. Synteza fulerenów. Wytwarzanie nanorurek węglowych. Grafen, budowa i właściwości. Metody wytwarzania grafenu. Metody otrzymywania nanowarstw. Metody osadzania z fazy gazowej. Chemiczne osadzanie z fazy gazowej (CVD). Epitaksja z fazy gazowej (VPE) i jej zastosowanie do otrzymywania nanostruktur. Fizyczne osadzanie z fazy gazowej (metody PVD). Naparowanie próżniowe. Rozpylanie katodowe. Technika osadzania laserem impulsowym (PLAD). Epitaksja molekularna. Technologia zol-żel. Technologia nanoceramiki. Nanoproszki i nanospieki. Synteza mechaniczna. Wysokoenergetyczne rozdrabnianie. Unikatowe cechy obróbki mechanochemicznej. Formowanie i spiekanie nanoproszków. Technologia nanometali. Szybkie chłodzenie i krystalizacja materiałów amorficznych. Metody dużego odkształcenia plastycznego. Technologia nanokompozytów. Metody wytwarzania nanokompozytów ceramicznych, metalicznych i polimerowych. Perspektywy, oczekiwania, szanse i zagrożenia wpływające ze stosowania nanotechnologii.		
Wymagania wstępne i dodatkowe			
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Laboratorium	100.0%	50.0%
	Egzamin pisemny - zestawy 3 pytań	51.0%	50.0%

Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kurzydłowski K., Lewandowska M., Nanomateriały inżynierskie, konstrukcyjne i funkcjonalne, PWN, Warszawa, 2010</li> <li>2. Jurczyk M., Nanomateriały: wybrane zagadnienia. Wydaw. Politechniki Poznańskiej, 2001</li> <li>3. Kelsall R.W., Haley J.W., Geghegan M., Nanotechnologie, Wyd. PWN, Warszawa 2008</li> <li>4. Świdarska-Sroda A., Wojkowski W., Lewandowska M., Kurzydłowski K.J. (Red), Świat nanocząstek, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa, 2016</li> <li>5. Żelechowska K. (Red), Nanotechnologia w praktyce, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2016</li> <li>6. Huczko A., Kurcz M., Popławska M., Nanorurki węglowe, otrzymywanie, charakterystyka, zastosowania, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2014</li> <li>7. Huczko A., Dąbrowska A., Kurcz M., Grafen otrzymywanie charakterystyka zastosowania, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2016</li> <li>8. Michael F. Ashby, Paulo J. Ferreira and Daniel L. Schodek; Nanomaterials, Nanotechnologies and Design; Elsevier, 2009</li> <li>9. Donglu Shi, Zizheng Guo and Nicholas Bedford; Nanomaterials and Devices; Elsevier, 2015</li> <li>10. Bangwei Hang; Physical Fundamentals of Nanomaterials; Elsevier, 2018</li> <li>11. Kelsall R.W., Haley J.W., Geghegan M (Eds.), Nanoscale Science and Technology, John Wiley &amp; Sons Ltd</li> </ol>
	Uzupełniająca lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dobrzański L.A.: Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo. Materiały inżynierskie i podstawy projektowania materiałowego. WNT. 2002.</li> <li>2. M.Ashby, H.Shercliff, D.Cebon, Inżynieria materiałowa, T1, T2, Wydawnictwo Galaktyka, Łódź, 2010</li> <li>3. Blicharski M., Wstęp do inżynierii materiałowej, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 2001</li> <li>4. Pampuch R., Współczesne materiały ceramiczne, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2005</li> <li>5. Leonowicz M.: Nanokrystaliczne materiały magnetyczne. WNT, Warszawa, 1998.</li> </ol>
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie: Technologie otrzymywania nanomateriałów - Moodle ID: 30183 <a href="https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=30183">https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=30183</a>
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajomość podstawowych pojęć z zakresu nanotechnologii.</li> <li>2. Znajomość zasady działania urządzeń i przyrządów stosowanych w nanotechnologii.</li> <li>3. Charakterystyka metod top-down i bottom-up</li> <li>4. Umiejętność doboru technologii nanostrukturalnej.</li> <li>5. Znajomość podstawowych właściwości wybranych materiałów nanostrukturalnych.</li> </ol>	
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	