



Nazwa modułu zajęć:	Nanomateriały i nanotechnologie				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	CIMT-1-503-s	Punkty ECTS:	6
Wydział:	Inżynierii Materiałowej i Ceramiki				
Kierunek:	Inżynieria Materiałowa	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	5
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	prof. dr hab. inż. Kata Dariusz (kata@agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Student zdobędzie wiedzę z zakresu syntezy nanomateriałów ceramicznych, metalicznych i kompozytów. Pozna strukturę nanomateriałów oraz specyficzne cechy odróżniające je od tych samych faz w skali mikro i makro. Studenci zostaną zaznajomieni z zastosowaniem tych materiałów w praktyce przemysłowej. Studenci potrafią zaprojektować oraz zbadać nanomateriały ceramiczne oraz dobrać odpowiednią metodę otrzymywania.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu syntezy i właściwości nanomateriałów	IMT1A_W01	Egzamin
M_W002	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu struktury i nanostruktury substancji stałych	IMT1A_W03	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Potrafi przygotować i przedstawić krótką prezentacją ustną poświęconą wynikom realizacji zadania	IMT1A_U01	Egzamin, Odpowiedź ustna
M_U002	Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu metod otrzymywania, procesów technologicznych i właściwości eksploatacyjnych nanomateriałów	IMT1A_U05	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium

Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej	IMT1A_K01	Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
60	30	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0

### Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu syntezy i właściwości nanomateriałów	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu struktury i nanostruktury substancji stałych	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Potrafi przygotować i przedstawić krótką prezentacją ustną poświęconą wynikom realizacji zadania	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu metod otrzymywania, procesów technologicznych i właściwości eksploatacyjnych nanomateriałów	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

**Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)**

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	60 godz
Przygotowanie do zajęć	40 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	40 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	30 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	177 godz
Punkty ECTS za moduł	6 ECTS

**Pozostałe informacje****Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)****Wykład**Mikro i nano technologia w Inżynierii Materiałowej

Zaznajomienie studentów z podstawowymi zagadnieniami związanymi z nano i mikrotechnologią chemiczną. Pokazanie zaawansowanych technik otrzymywania trzech typów nanomateriałów: ceramicznych, metalicznych i polimerowych. Przedstawienie przykładów zastosowania nanomateriałów w inżynierii materiałowej, elektronice i informatyce. Omówienie zastosowań mikrotechnologii materiałowej do otrzymywania mikroreaktorów chemicznych i fizycznych. Techniki formowania mikroreaktorów fizycznych i chemicznych. Sposoby formowania i zasady działania ogniów paliwowych.

Reologia nanozawiesin

Opis naprężeń i odkształceń. Reologiczne równania stanu. Modele reologiczne. Płyny reostabilne: niutonowskie, nieniutonowskie i lepkosprężyste. Płyny reoniestabilne i rzeczywiste. Wzajemne oddziaływanie wody i minerałów w nanozawiesinach. Oddziaływanie międzycząsteczkowe w świetle teorii DLVO w aspekcie przestrzeni, czas i energia. Upłynnacze i plastyfikatory organiczne stabilizujące nanozawiesiny. Funkcje plastyfikatorów. Zjawiska starzenia się nanozawiesin stabilizowanych. Reometria nanozawiesin.

**Ćwiczenia laboratoryjne**Tematy zajęć laboratoryjnych

- 1) Wpływ warunków wirowania na separacje nanocząstek ceramicznych;
- 2) Pomiar właściwości reologicznych i cieplnych nanozawiesin ceramicznych;
- 3) Rola nano i mikrododatków w kształtowaniu zwartości tworzyw ceramicznych;
- 4) Oznaczanie wartości PH zawiesin ceramicznych z dodatkiem nano i mikro proszków;
- 5) Badanie efektów cieplnych towarzyszących hydratacji zaczynów cementowych modyfikowanych nano i mikro proszkami;
- 6) Ablacja laserowa oraz spawanie nanoceramiki;

- 7) Inicjacja reakcji syntezy wiązką laserową;
- 8) Wytwarzanie materiałów nanoceramicznych za pomocą techniki sitodruku;

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Warunkiem zaliczenia modułu jest obowiązkowa obecność na wykładach zaliczenie zajęć laboratoryjnych (wykonanie ćwiczeń, oddanie sprawozdania i zaliczenie kolokwium wstępnego przed każdym laboratorium). Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie pozytywnej oceny z zajęć laboratoryjnych.

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie  
- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak  
- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa będzie średnią ważoną ocen z laboratorium i egzaminu. Ocena końcowa = 0,5x ocena z egzaminu + 0,5ocena z zajęć laboratoryjnych.

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

W przypadku nieobecności na zajęciach laboratoryjnych student musi napisać kolokwium wstępne z danego tematu i odrobić zajęcia w terminie dodatkowym podanym przez prowadzącego. Dopuszcza się tylko jedną nieobecność na laboratorium, którą należy odrobić. Dopuszcza się dwie nieobecności na wykładach, które należy samodzielnie nadrobić poprzez naukę własną.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Podstawowe informacje na temat nanomateriałów ceramicznych, ich syntezy, właściwości i możliwości zastosowań.

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

- 1) Neal Lane et al. "Springer Handbook Of Nanotechnology" Bharat Bhushan Ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2004).
- 2) R. Pampuch, „Współczesne Materiały” Wyd. AGH, (2005).

- 3)V. Hessel, S. Hardt, H. Lowe, "Chemical Micro Process Engineering" WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA (2004)
- 4)J.J. Lerou, M.P. Harold, J. Ryley, J. Ashmead, T.C. O'Brien, M. Johnson, J. Perrotto, C.T. Blaisdel, T.A. Rensi, J. Nyquist, "Microfabricated mini-chemical systems: technical feasibility in Microsystem Technology for Chemical and Biological Microreactors; Ed. W. Ehrefeld, DECHEMA Monographs, vol. 132, pp.51-69 Verlag Chemie, Weinheim (1996).

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

1. Dominika Madej, „Synthesis, formation mechanism and hydraulic activity of novel composite cements belonging to the system CaO–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–ZrO<sub>2</sub>”, Journal of Thermal Analysis, 2017 vol. 130 i. 3, s. 1913–1924.
2. Dominika Madej, Ryszard Prorok, Klaudia Wiśniewska, „An experimental investigation of hydration mechanism of the binary cementitious pastes containing MgO and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> micro-powders”, Journal of Thermal Analysis, 2018 vol. 134 is. 3, s. 1481–1492.
3. Piotr Izak, Longin Ogłaza, Włodzimierz Mozgawa, Joanna Mastalska-Popławska, Agata Stempkowska, “Influence of the type of aqueous sodium silicate on the stabilization and rheology of kaolin clay suspensions”, Spectrochimica Acta. Part A, Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2018 vol. 196, s. 155–159.
4. Joanna Mastalska-Popławska, Piotr Izak, Łukasz Wójcik, Agata Stempkowska, “Rheology of cross-linked poly(sodium acrylate)/sodium silicate hydrogels”, Arabian Journal for Science and Engineering, 2016 vol. 41 no. 6, s. 2221–2228.
5. Dariusz Kata, Paweł Rutkowski, Jerzy Lis, Nina Orlovskaya, “Combustion synthesis and properties of borides and related ceramic materials”, Materiały Ceramiczne = Ceramic Materials, 2016, t. 68 nr 3, s. 283.
6. Jan Huebner, Paweł Rutkowski, Dariusz Kata, Jan Kusiński, “Microstructural and mechanical study of Inconel 625 - tungsten carbide composite coatings obtained by powder laser cladding”, Archives of Metallurgy and Materials / Polish Academy of Sciences. Committee of Metallurgy. Institute of Metallurgy and Materials Science, 2017 vol. 62 is. 2, s. 531–538.
7. Radosław Lach, Kamil Wojciechowski, Dariusz Zientara, Krzysztof Haberkowicz, Paweł Rutkowski, Mirosław M. Bućko, “Zirconia nano-powder - a useful precursor to dense”, Ceramics International, 2017 vol. 43 is. 5, s. 4470–4474.
8. Paulina Ożóg, Dariusz Kata, Thomas Graule, “Tape casting of UV-curable aluminium nitride-based slurries”, Ceramics International, 2018 vol. 44 is. 18, s. 22800–22807.
9. Dariusz Burnat, Peter Ried, Andre Heel, Peter Holtappels, Thomas Graule, Dariusz Kata, “Wybrane aspekty procesu otrzymywania warstw katod dla SOFC metodą sitodruku — The selected issues of the SOFC cathode layer deposition process by screen printing”, Zeszyty Studenckiego Towarzystwa Naukowego, 2009 nr 16, s. 19–25.
10. Agnieszka Gubernat, Paweł Rutkowski, Grzegorz Grabowski, Dariusz Zientara, “Hot pressing of tungsten carbide with and without sintering additives”, International Journal of Refractory Metals & Hard Materials, 2014 vol. 43, s. 193–199.
11. Paweł Rutkowski, “Sintering of NbC<sub>0.95</sub>–CryCz composite materials”, International Journal of Refractory Metals & Hard Materials, 2013 vol. 41, s. 614–621.

### **Informacje dodatkowe**

Brak