

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć: Nanomateriały i nanotechnologie

Rok akademicki: 2019/2020 Kod: NIMN-1-604-s Punkty ECTS: 5

Wydział: Metali Nieżelaznych

Kierunek: Inżynieria Metali Nieżelaznych Specjalność: —

Poziom studiów: Studia I stopnia Forma studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 6

Strona www: —

Prowadzący moduł: dr hab. inż. Książek Marzanna (mksiazek@agh.edu.pl)

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

Przedmiot zawiera kompleksową wiedzę o nanomateriałach, metodach ich wytwarzania wraz z podaniem ich zastosowań. Charakteryzuje te materiały pod kątem ich właściwości, w tym nieosiągalną wcześniej wytrzymałością oraz wyjątkowymi właściwościami cieplnymi, elektrycznymi, chemicznymi i biologicznymi. Zawiera informacje o nanometalach, nanoceramikach, nanokompozytach, nanopowłokach i nanowarstwach, nanowłóknach, nanorurkach oraz nanomateriałach inspirowanych obserwacją przyrody.

**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 wiedzę niezbędną do projektowania materiałów o strukturze nanometrycznej            | IMN1A_W01,<br>IMN1A_W08,<br>IMN1A_W04,<br>IMN1A_W10 | Zaliczenie laboratorium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Projekt inżynierski, Egzamin, Aktywność na zajęciach                        |
| M_W002                | Posiada wiedzę umożliwiającą określenie wpływu struktury nanometrycznej na właściwości | IMN1A_W05,<br>IMN1A_W09,<br>IMN1A_W07,<br>IMN1A_W06 | Zaliczenie laboratorium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Projekt inżynierski, Egzamin, Aktywność na zajęciach                        |
| Umiejętności: potrafi |  |   |   |

|                                      |  |  |  |
|--------------------------------------|--|--|--|
| M_U001                               | Posiada umiejętność badania materiałów nanometrycznych i analizy ich właściwości pod kątem ich praktycznego zastosowania | IMN1A_U06,<br>IMN1A_U04,<br>IMN1A_U08, IMN1A_U02 | Zaliczenie laboratorium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Projekt inżynierski, Egzamin, Aktywność na zajęciach |
| Kompetencje społeczne: jest gotów do |  |  |  |
| M_K001                               | Rozumie jaką rolę we współczesnym świecie ogrywają nanomateriały i nanotechnologie                                       | IMN1A_K01  | Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Wykonanie projektu, Aktywność na zajęciach                                    |

### 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                     | 15                      | 15                   | 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 wiedzę niezbędną do projektowania materiałów o strukturze nanometrycznej  | +                         | -                     | -                       | -                    | -              | -                   | -                  | -                | -                   | -                             | -        |
| M_W002                               | Posiada wiedzę umożliwiającą określenie wpływu struktury nanometrycznej na właściwości                                   | +                         | -                     | -                       | -                    | -              | -                   | -                  | -                | -                   | -                             | -        |
| Umiejętności: potrafi                |  |                           |                       |                         |                      |                |                     |                    |                  |                     |                               |          |
| M_U001                               | Posiada umiejętność badania materiałów nanometrycznych i analizy ich właściwości pod kątem ich praktycznego zastosowania | -                         | -                     | +                       | +                    | -              | -                   | -                  | -                | -                   | -                             | -        |
| Kompetencje społeczne: jest gotów do |  |                           |                       |                         |                      |                |                     |                    |                  |                     |                               |          |
| M_K001                               | Rozumie jaką rolę we współczesnym świecie ogrywają nanomateriały i nanotechnologie                                       | +                         | -                     | +                       | +                    | -              | -                   | -                  | -                | -                   | -                             | -        |

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

| Forma aktywności studenta   | Obciążenie studenta |
|---|---------------------|
| Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka                         | 60 godz             |
| Przygotowanie do zajęć  | 15 godz             |
| przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania | 12 godz             |
| Samodzielne studiowanie tematyki zajęć                            | 31 godz             |
| Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe                                | 2 godz              |
| Dodatkowe godziny kontaktowe                                      | 5 godz              |
| Sumaryczne obciążenie pracą studenta                              | 125 godz            |
| Punkty ECTS za moduł  | 5 ECTS              |

**Pozostałe informacje****Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)****Wykład**

Wykład dostarcza wiedzy na temat materiałów nanometrycznych, podaje definicję nanomateriału, opisuje metody otrzymywania nanomateriałów litych, proszkowych, powłok i warstw nanometrycznych, przedstawia urządzenia do otrzymywania nanomateriałów, ze szczególnym uwzględnieniem sposobów wytwarzania nanomateriałów użytkowych stosowanych w przemyśle, medycynie i życiu codziennym, wskazuje na przyszłościowe trendy w rozwoju tej dziedziny nauki, opisuje zagrożenia towarzyszące zastosowaniu materiałów nanometrycznych, charakteryzuje strukturę i właściwości materiałów nanometrycznych

**Ćwiczenia laboratoryjne**

Forma tradycyjna z wykorzystaniem sprzętu laboratoryjnego: otrzymywanie stopów aluminium o ziarnie silnie rozdrobnionym metodą szybkiej krystalizacji, charakterystyka mikrostrukturalna układów powłokowych i nanokompozytów. Pokazy urządzeń do nanotechnologii oraz diagnostyki w innych jednostkach naukowych.

**Ćwiczenia projektowe**

Ćwiczenia projektowe obejmują prezentację wiedzy studenta dotyczącą wytwarzania i charakteryzacji struktury oraz właściwości materiałów nanometrycznych, są związane z opracowaniami na temat rodzajów nanomateriałów, ich zastosowań, badań struktury i wybranych własności, opisu wybranych rodzajów nanomateriałów takich jak nanorurki, proszki do szczególnych zastosowań w życiu codziennym, do badań naukowych i zastosowań w przemyśle i gospodarce, opisu litych nanomateriałów wytwarzanych metodami intensywnych odkształceń plastycznych

**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.

Ćwiczenia projektowe: Studenci wykonują zadany projekt samodzielnie, bez większej ingerencji prowadzącego. Ma to wykształcić poczucie odpowiedzialności za pracę w grupie oraz odpowiedzialności za podejmowane decyzje.

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

Warunkiem uzyskania pozytywnej oceny końcowej jest zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych i projektowych oraz uzyskanie pozytywnej oceny z egzaminu. Do egzaminu dopuszczeni są studenci, którzy zaliczyli ćwiczenia laboratoryjne i projektowe.

### **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.

Ćwiczenia projektowe:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują prace praktyczne mające na celu uzyskanie kompetencji zakładanych przez sylabus. Ocenie podlega sposób wykonania projektu oraz efekt końcowy.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa = 0.3 (ocena z zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych) + 0.2 (ocena z zaliczenia ćwiczeń projektowych) + 0.5 (ocena z egzaminu)

Premiowana obecność na wykładach

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

Nie określono

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

Dla jego właściwego zrozumienia wymagane są wiadomości z fizyki, chemii, chemii fizycznej i podstaw materiałoznawstwa, jak również wysłuchanie wykładu nanomateriały i nanotechnologie.

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

1. M.Richert, "Inżynieria nanomateriałów i struktur ultradrobnoziarnistych", Wyd. Naukowo Dydaktyczne AGH, 2006
2. "Nanomateriały inżynierskie, Konstrukcyjne i Funkcjonalne", pod redakcją K.Kurzydłowski, M.Lewandowska, Wyd. Naukowe PWN, 2010
3. Nanonauki i nanotechnologie, stan i perspektywy rozwoju", pod redakcją A.Mazurkiewicza, Wyd.

Instytutu

Technologii Eksploatacji – PIB w Radomiu, 2007

4. inna dostępna literatura dotycząca przedmiotu

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

1. M. Richert, M. Książek, B. Leszczyńska –Madej, I. Nejman, R. Grzelka, P. Pałka, The Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> thermal spray coating on Al-Si substrate, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Vol. 38 (2010) 95-102
2. M. Książek, I. Nejman, P. Pałka, R. Grzelka, The influence of thermal sprayed coats chemical composition on the microstructure and properties, Materials Science Forum, Vol. 674 (2011) pp 113-120. Periodical of JMSF with the title Novel Materials, Coats and Nanoengineering
3. E. M. Godlewska, K. Mars, P. Drozd, A. Tchorz, M. Książek, Reaction and diffusion phenomena in Ag-doped Mg<sub>2</sub>Si, Journal of Alloys and Compounds, Vol. 657 (2016) pp 755-764

**Informacje dodatkowe**

Brak