**Nazwa przedmiotu:**

Mikro/nanotechnika

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Zygmunt Rymuza

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

MNT

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin bezpośrednich 34, w tym:
a) wykład - 15
b) laboratorium - 15
c) konsultacje - 2
d) egzamin - 2
2) Praca własna studenta 41, w tym:
a) studia literaturowe, przygotowanie do egzaminu- 11
b) przygotowanie do laboratorium - 15
c) przygotowanie sprawozdań - 15
suma: 75 (3 ECTS)

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1) Liczba godzin bezpośrednich 34, w tym:
a) wykład - 15
b) laboratorium - 15
c) konsultacje 2
d) egzamin - 2
suma: 34 (1,5 ECTS)

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

O charakterze praktycznym :
a) laboratorium - 15
b) konsultacje - 2
c) przygotowanie sprawozdań - 15
suma:32 (1,5 ECTS)

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Fizyka, wiedza o materiałach, podstawy konstrukcji i technologii miniaturowych urządzeń mechanicznych i elektromechanicznych .

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie się z podstawami mikro/nanotechniki, stanem techniki budowy mikro/nanosystemów, zaawansowanymi technikami badawczymi w zakresie mikro/nanotechniki, perspektywami rozwoju mikro/nanotechniki.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Pojęcie mikro/nanotechniki, geneza mikro/nanotechniki, definicje, systematyka, dwa podejścia w nanotechnice : Taniguchi i Drexler, bottom-down i bottom-up, sytuacja na świecie , trendy rozwojowe, znaczenie mikro/nanotechniki
Zagadnienia materiałowe , fulereny, nanorurki, polimery, nanokompozyty w mikro/nanotechnice, techniki wytwarzania , mikro/nanomachining, mikro/nanopatterning
Problemy skali, architektura mikro/nanosystemów, projektowanie i konstruowanie , problemy konstrukcyjne urządzeń molekularnych.
Mikro/nanourządzenia (MEMS/NEMS) i ich zastosowania
Podstawy adaptroniki i biomimetyki, mikro/nanostruktury biologiczne, nanosilniki biologiczne obrotowe i liniowe
Podstawowe urządzenia do badań w skali mikro/nano: STM/AFM, nanoindentery, inne urządzenia badawcze, zastosowania
Zastosowania mikro/nanourządzeń w życiu codziennym, w technikach badawczych, militarne i kosmiczne, w technice medycznej, w przemyśle, motoryzacji itp., trendy rozwojowe

Laboratorium:
Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych, narzędzia i środowisko badawcze mikro/nanotechniki
Laboratorium czyste do badań w skali mikro/nano. Zapoznanie się z laboratorium czystym, interaktywne uczestnictwo w prowadzonych badaniach nanomechanicznych i nanotrybologicznych z zastosowaniem AFM i nanoindentera
Laboratorium badań w skali nano – podstawowe metody i sprzęt badawczy Poznanie sprzętu podstawowego do badań w skali nano: Zastosowanie skaningowego mikroskopu tunelowego (STM) do badań w skali nano.Zastosowanie mikroskopu sił atomowych AFM do badań powierzchni w skali nano
Badania własności mechanicznych, adhezyjnych i trybologicznych w skali nano: czestnictwo w badaniach mechanicznych adhezyjnych i trybologicznych w skali nano przy użyciu AFM
struktur MEMS/NEMS. Udział w badaniach mechanicznych podstawowych mikro/nanostruktur , wyznaczanie charakterystyk siła-odkształcenie/przemieszczenie
Badania stanu energetycznego/zdolności adhezyjnej powierzchni mikro/nanostruktu :udział w badaniach oceny stanu energetycznego powierzchni mikro/nanostruktur – zwilżalność , energia powierzchniowa, zdolność adhezyjna, porównanie z badaniami adhezyjnymi metodą pomiaru siły pull-off przy użyciu AFM.
Zapoznanie się z pracą zaawansowanych nowoczesnych mikroskopów SEM wyposażonych w FIB i sondy do badań fizyko-chemicznych (Instytut Fizyki PAN i Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych) , Zapoznanie się z pracą urządzenia do epitaksji z wiązek molekularnych (Molecular Beam Epitaxy MBE) ( Instytut Fizyki PAN). Znaczenie kriogeniki w mikro/nanotechnice (laboratorium kriogeniki w Instytucie Fizyki PAN).Zapoznanie się z laboratorium badania struktur biologicznych w skali nano (Instytut Fizyki PAN). Zapoznanie się z badaniami z wykorzystaniem wysokorozdzielczego TEM (Wydział Inżynierii Materiałowej). Zapoznanie się z budową i pracą implantatora jonów (Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych).

**Metody oceny:**

Zaliczanie pisemne wykładu i laboratorium

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Schulte J (ed), Nanotechnology, J.Wiley, Chichester 2005
Koehler M., Fritzsche W., Nanotechnology – An Introduction to Nanostructuring Techniques, J.Wiley-VCH, Weinheim 2004
Bhushan B. (ed), Springer Handbook of Nanotechnology, Springer Verlag, Berlin 2004
Przygocki W., Włochowicz A., Fulereny i nanorurki, WNT, Warszawa, 2001
Taniguchi N. (ed), Nanotechnology, Oxford University Press, Oxford 1996
Drexler E.K., Nanosystems – Molecular Machinery, Manufacturing and Computation, J.Wiley, New York 1992
Kelsall R.W., Hamley I.W., Geoghegan M. (red), Nanotechnologie , PWN, Warszawa2009
Kurzydłowski K., Lewandowska M. (red), Nanomateriały inżynierskie konstrukcyjne i funkcjonalne, PWN, Warszawa 2010

**Witryna www przedmiotu:**

mchtr.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka MNT\_W10:**

Zna podstawy rozwijaacej się intensynie mikro/nanotechniki i zapoznaje się z technologiami wytwarzania i badania mikro/nanostruktur

Weryfikacja:

Zaliczanie pisemne wykładu i laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10, K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka MNT\_U11:**

Posiada zdolność przyjęcia oferty pracy w zakresie zaawansowanych technik mikro/nanotechniki;może wybrać odpowiednie techniki wytwarzania i badania mikro/nanosystemów.

Weryfikacja:

Zaliczeniie pisemne wykładu i laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, P7U\_U

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka MNT\_K03:**

Potrafi propagować nowoczesne trendy w rozwoju mikro/nanotechniki

Weryfikacja:

Zaliczenie pisemne wykładu i laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KO, I.P7S\_KR