**Nazwa przedmiotu:**

Introduction to Single Molecule Biophysics and Nanotechnology

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Robert Szoszkiewicz

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Materiałowa

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

ISMBN

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

The course will be 15 hours in total and will consist of 7 hours of lectures, 7 hours of practical training labs, and one hour for final exam from the lectures.

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

15 hours

**Język prowadzenia zajęć:**

angielski

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

0

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

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

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

24

**Cel przedmiotu:**

Knowledge
1. Understands basic physico-chemical properties of single protein molecules as well as single inorganic molecules; understands the need for their measurements (L1 - L2).
2. Understands main experimental techniques used for investigations of structural, mechanical, and conformational properties of single proteins and DNAs (L3 – L6); understands applications of those experimental techniques in investigations of basic life sustaining processes (L3 – L6).
3. Understands the need and the ways to manipulate many nanoparticles at the same time (L7).
4. Understands basic surface functionalization techniques used for adsorption of single biomolecules (P.E. 1).
5. Understands the basics of atomic force microscopy (AFM) and ways of surface visualisation by AFM in the contact mode (P.E. 2 & 3).

Skills
1. Obtains basic skills necessary to work in the bionanotechnology lab (P.E. 1).
2. Can obtain and prepare atomically-flat mica surface to adsorb single molecules of DNA (P.E. 2).
3. Can use AFM in the contact mode to obtain topography image of an arbitrary surface (P.E. 2 & 3).
4. Can visualize in silico, i.e., using a computer program, a given protein/DNA or a fragment of such structures (P.E. 4).

**Treści kształcenia:**

Content of the Lectures
1. Our toolbox for single molecule biophysics and nanotechnology:
a. Why single molecules?
b. Main techniques and their strengths for measuring molecular properties of single molecules (inorganic, organic and biomolecules). Time-resolved methods, distance resolved methods, force-sensitive methods.
2. Structural, chemical and nanomechanical properties of single molecules: why they are important and which of them can be measured.
3. Introduction to single molecule biophysics (I): fluorescence methods (FRET, TIRF, confocal microscopy).
4. Introduction to single molecule biophysics (II): fluorescence methods (immobilization schemes, nanopores, some microfluidic schemes).
5. Introduction to single molecule biophysics (III): optical manipulation methods (optical tweezers) and magnetic manipulation methods (magnetic tweezers).
6. Introduction to single molecule biophysics (IV): mechanical manipulation methods using AFM.
7. Introduction to single molecule nanotechnology: how to name and manipulate a single atom or a molecule adsorbed on an arbitrary surface or moving freely within in a gas phase (molecular beams and their applications); templates for manipulation of many single molecules.
8. Final exam based on analysis of the current research papers within the scope of the course.
Content of the Practical Exercises
1. Two hours hands-on wet lab will teach how to prepare an arbitrary surface (here: surface of the mica crystals) for adsorptions of single DNA molecules. General strategies will be introduced briefly, and a particular protocol from the appropriate literature will be used and adopted.
2. Two hours hands-on wet lab will teach the basics of atomic force microscopy (AFM) in order to image the topography of the previously prepared sample of DNA adsorbed on mica.
3. Two hours hands-on wet lab will be spent on AFM imaging in a contact mode in order to obtain topography of the previously prepared sample and then to analyze the obtained AFM data.
4. Two hours hands-on computer lab will involve basic visualization and manipulations of two simple proteins and a DNA molecule using Visual Molecular Dynamics (VMD) program.

**Metody oceny:**

Successful completion of the course will be awarded after passing a final exam from the lectures, being present during at least three lecture blocks, and after completing all the blocks of practical exercises.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

-

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ISMBN\_W1:**

Zna podstawowe własności fizyko-chemiczne pojedynczych cząsteczek białek jak i prostych cząsteczek nieorganicznych; rozumie po co i dlaczego się je mierzy (W1 - W2).

Weryfikacja:

zaliczenie kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_W09

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

**Charakterystyka ISMBN\_W2:**

Zna podstawowe techniki służące do badania struktury, własności mechanicznych i zmian konformacyjnych pojedynczych cząsteczek białek i DNA; rozumie zastosowania tych technik w badaniach podstawowych procesów życiowych (W3 – W6).

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_W08

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

**Charakterystyka ISMBN\_W3:**

3. Zna możliwości współczesnej nauki w badaniu i manipulacji wielu nanocząstek jednocześnie (W7).

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_W04

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

**Charakterystyka ISMBN\_W4:**

Zna podstawowe metody funkcjonalizacji powierzchni do badań pojedynczych cząsteczek (Ćw 1).

Weryfikacja:

wykonanie ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_W08

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

**Charakterystyka ISMBN\_W5:**

Zna podstawy obsługi mikroskopu sił atomowych w modzie kontaktowym (Ćw 2, 3)

Weryfikacja:

wykonanie ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_W08

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

**Charakterystyka ISMBN\_W6:**

Zna podstawy metod komputerowych wykorzystywanych w badaniu i wizualizacji cząstek białek i DNA (ćw 4)

Weryfikacja:

wykonanie ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_W04

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ISMBN\_U1:**

Umie znaleźć się w laboratorium bionanotechnologicznym (Ćw 1)

Weryfikacja:

wykonanie ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.4.o, I.P7S\_UW

**Charakterystyka ISMBN\_U2:**

Potrafi sfunkcjonalizować powierzchnię miki w celu adsorbcji pojedynczych cząsteczek DNA (Ćw 2)

Weryfikacja:

wykonanie ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_U11, IM2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.2.o

**Charakterystyka ISMBN\_U3:**

Umie obrazować arbitralną powierzchnię ciała stałego w modzie kontaktowym (Ćw 2 i 3)

Weryfikacja:

wykonanie ćwiczeń

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka ISMBN\_U4:**

Umie wizualizować dowolną strukturę bądź wybrany fragment struktury białka za pomocą stosownych programów komputerowych (Ćw 4)

Weryfikacja:

wykonanie ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.4.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka ISMBN\_K1:**

Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK, I.P7S\_KR

**Charakterystyka ISMBN\_K2:**

Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KO