

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Application of Vibrational Spectroscopy in Therapeutic Substance Studies

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-21

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_21_1	Student zna prawa fizykochemiczne leżące u podstaw spektroskopii wibracyjnej	KBF_K02 KBF_U04 KBF_W01 KBF_W02 KBF_W04 KBF_W07 KBF_W11	3 3 3 3 3 3 3
MB_21_2	Student zebrał obszerne informacje na temat przydatności spektroskopii wibracyjnej w analizie materiałów farmaceutycznych	KBF_U07 KBF_W04 KBF_W10	4 4 4
MB_21_3	Student umie wykonać podstawowe pomiary za pomocą spektrometrów IR i Ramana	KBF_K02 KBF_U04 KBF_W01 KBF_W02 KBF_W04 KBF_W07 KBF_W11	4 4 4 4 4 4 4
MB_21_4	Student potrafi analizować wyniki pomiarów uzyskane tymi dwoma technikami	KBF_K09	4

		KBF_U04	4
		KBF_U07	4
		KBF_W01	4
		KBF_W02	4
		KBF_W04	4
		KBF_W11	4

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	<p>Kurs składa się z wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych, które wprowadzają studentów w teorię i praktykę dwóch uzupełniających się technik badawczych: spektroskopii absorpcji w podczerwieni (IR) i rozpraszania Ramana (RS). Studenci zdobędą wiedzę potrzebną do rozwiązywania wielu ważnych problemów w farmacji dotyczących:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) tożsamości leku,</li> <li>2) testowanej czystości,</li> <li>3) struktury krystalicznej leków,</li> <li>4) polimorfizmu,</li> <li>5) tautomeryzacji,</li> <li>6) interakcji pomiędzy substancjami czynnymi a substancjami pomocniczymi.</li> </ol> <p>W pierwszej części wykładu studenci zapoznają się z podstawowymi zagadnieniami związanymi ze spektroskopią wibracyjną, a w drugiej części zostaną im szczegółowo przedstawione możliwości wykorzystania wspomnianych metod spektroskopowych w farmacji. Podczas pracy laboratoryjnej poznają praktyczne aspekty różnych technik pomiarowych spektroskopii wibracyjnej.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	

### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_21_w_1	egzamin	test z zagadnień poruszanych na wykładzie	MB_21_1, MB_21_2
MB_21_w_2	zaliczenie	ocena raportu zawierającego analizę wyników pomiarów	MB_21_3, MB_21_4

### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_21_fs_1	wykład	Szczegółowe omówienie przez wykładowcę zagadnień wymienionych w tabeli „opis modułu” z wykorzystaniem tablicy lub prezentacji multimedialnych	15	Praca z notatkami z wykładów i podaną bibliografią	20	MB_21_w_1
MB_21_fs_2	laboratorium	Wykonywanie ćwiczeń na profesjonalnej aparaturze badawczej	30	Przygotowanie sprawozdania z ćwiczeń	30	MB_21_w_2

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Biofluids and Materials Interactions

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-08

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_08_1	know the biofluid mechanics	KBF_K01	4
		KBF_U08	4
		KBF_W01	4
		KBF_W02	4
MB_08_2	know the basics of biofluids in the human body	KBF_K01	4
		KBF_U08	4
		KBF_W01	4
		KBF_W02	4
MB_08_3	know the interactions of fluids with gas and sound waves	KBF_K01	4
		KBF_U08	4
		KBF_W01	4
		KBF_W02	4

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	Introduction to biofluid mechanics: definitions of fluid, fluid hydrostatics, and fluid dynamics; pressure and shear stress; fluid properties (density, viscosity); types of fluids (Newtonian, non-Newtonian); types of fluid flow (laminar, turbulent). Fluids in the human body, Blood-material interactions: Blood fluid dynamics; the influence of materials surface. Fluid materials interacting with gas and sound waves. Metal corrosion in biofluids.
-------------	--

<b>Wymagania wstępne</b>	
--------------------------	--

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_08_w_1	egzamin	Oral exam	MB_08_1, MB_08_2, MB_08_3

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_08_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	24	Supplementary reading, working with the textbook	51	MB_08_w_1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>biofizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** BIOPHAM Short Internship

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-18

**1. Liczba punktów ECTS:** 5

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
MB_18_1	can use knowledge in the field of biophysics to implement the subject of internships	KBF_W04	4
MB_18_2	knows selected experimental methods enabling him to undergo an apprenticeship	KBF_W03 KBF_W10	4 4
MB_18_3	knows the methods and computer programs necessary to implement the subject of internships, can use them	KBF_W08	4
MB_18_4	knows the basics of occupational health and safety	KBF_W11	4
MB_18_5	can work in a group with different roles; understands the division of tasks and the individual's need to fulfill a given task	KBF_K03	4
MB_18_6	can work individually and in a team; can estimate the time required to conduct out the commissioned task	KBF_U10	4

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	<p>Research/industrial internship as an introduction to research projects.</p> <p>The internship should last up to 2 months, and take place in one of the EU countries in an academic or industry laboratory, large scale research facility, or computer center</p> <p>After completion of the internship, the students will have hands-on, operative knowledge of a research project carried out either at a university, research institute or facility, or private company. They will actively participate in a line of research or development of a product, and become acquainted with the work environment which is the target of the Erasmus Mundus program.</p> <p>A supervisor from Institute/Company + Tutor from UPC.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_18_w_1	zaliczenie	the written report that will be evaluated by Tutor from UPC	MB_18_1, MB_18_2, MB_18_3, MB_18_4, MB_18_5, MB_18_6

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_18_fs_1	praktyka	The internship is aimed at deepening the knowledge and gaining unique practical skills by working in an academic or industrial laboratory, a large research facility, or a computer center in one of the EU countries	45	Additional reading of specialist literature and scientific articles related to the subject of the internship. Preparation of the final report	80	MB_18_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Biophysical and Materials Science Characterization

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-14

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_14_1	students will be able to understand and describe the fundamental properties of aqueous solutions and complex materials	KBF_U03	4
		KBF_U08	4
		KBF_W02	4
		KBF_W07	4
MB_14_2	students will be able to describe the application of experimental physicochemical methods to the solid and liquid states and choose the appropriate experimental techniques that serve a specific purpose	KBF_U01	3
		KBF_U09	3
		KBF_W02	4
		KBF_W10	4

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	<p>The course aims to provide an introduction to chemical physics, especially on liquid solutions (both electrolyte and nonelectrolyte), solid solutions, and homogeneous and hybrid materials, and on the relevant characterization techniques.</p> <p>Course syllabus:</p> <p>(1) Introduction to inorganic chemical physics of electrolyte &amp; nonelectrolyte solutions          Types of solutions. Thermodynamics of solutions. Properties of water: The hydrogen bond, solubility of molecules in water, polar and non-polar solvents. Electrical permeability of water. Dissociation: acids and bases, protonation. Properties of solutions: functional groups, hydrophilic and hydrophobic interactions; solubility; diffusion. Colligative properties: boiling-point elevation, freezing point depression, osmotic pressure. Surface tension, capillarity. Water phase diagram and anomalies; aqueous electrolytes; non-electrolyte solutions. Electrostatics of salty solutions: biopolymers (polyelectrolytes) and biomembranes in water; Poisson-Boltzmann equation, Debye-Hückel model, electric double layers, ion, and proton conduction; transport properties.</p> <p>(2) Introduction to materials science properties</p>
-------------	--

	<p>Cohesive interactions; structural and mechanical properties of homogeneous solids; organic molecular solids; non-miscible systems: morphology and properties of phase-separated materials</p> <p>(3) Laboratory techniques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elemental analysis: photoelectron &amp; mass spectroscopy (XPS, UPS, Auger, secondary ion mass spectroscopy)</li> <li>- Chemical analysis: optical and vibrational spectroscopy (UV-vis, IR, Raman), nuclear magnetic resonance (NMR)</li> <li>- Morphological analysis: contact angle, powder X-ray diffraction (XRD), tomography (microCT), NMR-imaging, electron microscopy (SEM, TEM, energy loss/secondary electron spectroscopy)</li> <li>- Phase-change analysis</li> <li>- Mechanical, electrical, and optical characterization</li> <li>- A pharmaceutical application: optical measurement of the dissolution kinetics and solubility of a drug</li> </ul> <p>(4) Applications to pharmaceuticals, drug formulation, &amp; biophysical pharmacology:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimental techniques for electrolyte and non-electrolyte solutions</li> <li>- Small Molecules (drugs): HPLC, Chromatography, Mass spectroscopy, ICP-MS</li> <li>- Characterization of Nanoparticles: Molecular sizes (Dynamics light scattering, DLS), Surface charge (zeta potential, with conductivity measures)</li> <li>- Characterization of Biomolecules: chromatography, gel electrophoresis, Western Blot. Proteomics</li> </ul>
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_14_w_1	zaliczenie	the basis for obtaining credit will be the grades from homework and laboratory reports	MB_14_1, MB_14_2
MB_14_w_2	egzamin	oral/written exam	MB_14_1, MB_14_2

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_14_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	30	Supplementary reading, working with the textbook, doing homework	44	MB_14_w_2
MB_14_fs_2	laboratorium	Performance of exercises on the subject consistent with the issues listed in the table "module description"	6	Acquiring knowledge in the scope of the exercise, preparation of the final report on a given exercise	20	MB_14_w_1



1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Complexity in Biological Systems

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-16

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_16_1	students will have a basic knowledge of some biological phenomena (from the molecular or cellular level to the macroscopic level), and understand what a complex system is and how to characterize it	KBF_U03 KBF_U08 KBF_W02 KBF_W07	4 4 4 4
MB_16_2	students will be able to employ numerical techniques as well as a software specific to the course	KBF_U02 KBF_U06 KBF_W08	3 4 4
MB_16_3	students will be able to employ theoretical/practical knowledge to solve problems of biological interest and present the results in a broader context, using the appropriate terminology	KBF_K02 KBF_U08 KBF_U13	4 4 3

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	Course syllabus: (1) Biological networks (examples in system biology: metabolic networks, interactome, regulatory and signalling networks; biological neural networks; networks in ecology and epidemiology) (2) Complex spatio-temporal dynamics in biology (oscillations, excitability, bistability; synchronization in biological systems: neural networks; spatio-temporal chaos: cardiac fibrillation) (3) Analysis of complex biosignals (deterministic and stochastic signals; statistical properties; non-linear time-series analysis of series temporalis) (4) Self-organization in biological systems (morphogenesis; self-assembly: protein folding, membrane formation); growth processes: chemotaxis, tumour
-------------	---

	growth) (5) Collective motion and active matter (flocking, swarming and herd; cell migration)
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_16_w_1	egzamin	The final mark for this course will be as follows $mark = W*0.5 + O*0.5$ , where W is the total mark of written examinations, which will include a written exam, applied activities, case studies or problem resolution, and O is the total mark of oral examination, consisting of an oral exam or oral presentation	MB_16_1, MB_16_2, MB_16_3

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_16_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	36	Supplementary reading, working with the textbook	64	MB_16_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Computational Materials Science

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-34

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_34_1	the student can comprehend molecular modeling techniques currently used in the field of life and material sciences	KBF_W02	4
MB_34_2	The student develops competencies on some of the most common computational methodologies used in molecular sciences	KBF_W03 KBF_W08	4 4
MB_34_3	the student develop computational skills through tutorials and exercises	KBF_K04	4

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	<p>Intermolecular Forces: Hydrogen bonding, Electrostatic interactions, London forces. Molecular clusters, Supramolecular assemblies. Thermodynamics: Variational formulation. Free energy of a reaction, Equilibrium constants. Statistical Mechanics: Gibbs ensemble, Mechanical system, Generalized coordinates, Lagrangian formalism. Hamiltonian formalism, Hamilton's equation, Phase space. Properties of Hamiltonian systems, Conservation laws, Canonical transformation, Poisson brackets, Liouville's operator, Equation of motion of dynamical variables. Liouville's equation and theorem, Probability density, Microcanonical ensemble, Canonical ensemble. Molecular dynamics: Definition, Foundations of molecular simulations, Limits and approximations. Overview of the basic ingredients (Energy potential, Force fields, Numerical integrators). Energy potential, Force fields, Numerical integrators. Force field terms (bonding, bending, torsion, non-covalent interactions). Molecular Dynamics: Coordinate and Velocity initialization, Integrators. Numerical integrators (velocity Verlet, Leapfrog), Statistical mechanical ensemble, Thermal and pressure coupling. Enhanced Sampling Methods. Simulation of the Kv ion channel. Simulation of a lipid bilayer. Fundamentals of enhanced sampling techniques. Implicit solvent and continuum electrostatic modeling. From collisional theory to stochastic dynamical systems. Stochastic differential equations and Statistical Mechanics. Structural properties: distribution function, radial distribution functions. Monte Carlo methods: Numerical Integration, Importance sampling. Free Energy methods. Free Energy Methods: Thermodynamic Integration, Free energy perturbation, Umbrella Sampling Free Energy Methods: Metadynamics, Jarzinski method, Adiabatic free energy.</p> <p>The course aims to provide an overview of the theories and methodologies currently used in various fields of computational molecular sciences, ranging from biomedical sciences to material sciences. A special focus will be devoted to those models and algorithms related to molecular simulation</p>

	techniques, including enhanced sampling and free energy methods. Such models will be illustrated along with relevant examples taken from recent literature and concerning different molecular modeling applications.
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_34_w_1	egzamin	Oral Exam. In addition to questions related to the basic knowledge of the course, students will be asked to present a scientific problem of their interest suitable to be treated with molecular modeling methodologies.	MB_34_1, MB_34_2, MB_34_3

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_34_fs_1	wykład	detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	48	supplementary reading, working with the textbook	102	MB_34_w_1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>biofizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Computer Modeling

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-23

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
MB_23_1	Posiada znajomość zaawansowanych metody modelowania w fizyce, chemii i biologii	KBF_K04 KBF_W03 KBF_W08	4 4 4
MB_23_2	Student zna podstawowe relacje matematyczne stosowane w modelowaniu molekularnym	KBF_K02 KBF_U02 KBF_U06 KBF_W08	4 4 4 4
MB_23_3	Student umie zastosować aparat modelowania matematycznego do rozwiązania złożonych problemów z fizyki i biofizyki	KBF_K02 KBF_U02 KBF_U06 KBF_W08	3 3 3 3
MB_23_4	Potrafi korzystać z wybranych pakietów oprogramowania do analizy struktury molekularnej, białek, leków itp.	KBF_K02 KBF_U02 KBF_U06 KBF_W08	3 3 3 3

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	
-------------	--

	<p>W trakcie zajęć studenci w praktyce zapoznają się z:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelowanie deterministyczne oparte na numerycznym rozwiązywaniu równań różniczkowych zwyczajnych - przykłady i zastosowania w biofizyce:           <ul style="list-style-type: none"> <li>- przekazywanie impulsów nerwowych,</li> <li>- wzrost guza,</li> <li>- motory molekularne;</li> </ul> </li> <li>2. Bazy aminokwasów i białek.</li> <li>3. Modelowanie cząsteczek i ich układów metodami funkcjonału gęstości (DFT); parametry geometryczne, charakterystyki rozkładu ładunku i widma molekularne cząsteczek organicznych (np. aminokwasów).</li> <li>4. Modelowanie cząsteczek organicznych i ich układów metodami dynamiki molekularnej.</li> </ol>
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_23_w_1	zaliczenie	średnia ocen z indywidualnie zrealizowanych projektów	MB_23_1, MB_23_2, MB_23_3, MB_23_4

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_23_fs_1	laboratorium	Rozwiązywanie konkretnych zagadnień modelowania komputerowego. Praca zarówno grupowa jak i indywidualna	30	Praca grupowa nad zadaniami projektowymi, praca samodzielna, przygotowanie prezentacji wyników	45	MB_23_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:**            Disordered and Off-Equilibrium Systems

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-03

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_03_1	Students will be able to understand and analyze scientific reports concerning experimental, theoretical, and computational studies concerning the physics of disordered and off-equilibrium systems	KBF_K02	4
		KBF_U11	4
		KBF_W01	4
		KBF_W03	4
		KBF_W07	4
		KBF_W10	4

3. Opis modułu	
Opis	<p>1. From order to disorder            Non-periodical long-range positional order: quasi-crystals            Disorder in long-range positional atomic systems (cellular disorder): Substitutional disorder: interstitial and substitutional impurities, vacancies;            Orientational disorder: plastic crystals (e.g. fullerene)            Disorder in atomic systems without long-range positional order (topological disorder): Base elements in real crystals:            Dislocations and Burger's vector, Interfacial defects. Liquid state and amorphous state: N-bodies distribution functions, particular case: pair distribution; static structure factor; Hard sphere atomic liquids: Percus-Yevick theory.            Disorder in polymeric systems: Conformations of polymeric linear chain: analogy with a random walk. Chain rigidity: Kuhn's segment. Size distribution of the linear polymeric chain. Free energy of polymeric chain, entropic elasticity. The pair distribution function of polymeric chain: self-similarity</p> <p>2. From equilibrium to out of equilibrium            Supercooled metastable states and glass transition in liquids: Van Hove function and its momenta; Collective and microscopic dynamics: cage effect and vibrational properties, local and structural relaxation, relaxation time distribution, diffusion, visco-elasticity; Simple models of glass transition: Free volume, Configurational entropy.</p>

	<p>Elements of non-equilibrium thermodynamics: Zero Principle: fictive temperature in glasses, fluctuation-dissipation theorem violation; Second Principle: Jarzynski's equality and Crooks fluctuation theorem: experimental tests in nanosystems.</p> <p>Polymeric chain Dynamics: Short-chain: Rouse model; Long chain: entanglement effect; Edwards tube model; De Gennes reptation motion: scale arguments.</p> <p>Non-equilibrium states in the active matter: Molecular Motors; Bacteria, Swimmers, swarms: emergent collective motions and glass transition.</p> <p>3. Experimental techniques: structure and dynamics of disordered systems</p> <p>Scattering from disordered systems: generalities: Scattering cross-sections, coherent and incoherent scattering; Static and dynamic structure factor, elastic and inelastic scattering; Spatial, temporal and spatio-temporal correlation function.</p> <p>Photon Scattering (X-rays and light): Sources of coherent radiation (synchrotron), spectrometers and detectors; Structure of disordered systems: X-ray diffraction at a wide and small angle; Dynamics in disordered systems: Brillouin and Raman scattering, inelastic X-ray scattering, photocorrelation spectroscopy.</p> <p>Neutron scattering: Neutron sources and detectors: typical experimental layout; Structure of disordered systems: neutron diffraction at a wide and small angle, comparison with X-ray; inelastic neutron scattering and spectroscopy: TAS, TOF, Backscattering, Spin-Echo.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_03_w_1	egzamin	oral exam	MB_03_1

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_03_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	48	Supplementary reading, working with the textbook	102	MB_03_w_1



1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Drug Chemistry and Technology of Drug Forms

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-26

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_26_1	Poznał metody otrzymywania substancji biologicznie aktywnych	KBF_K04	4
		KBF_U04	4
		KBF_U07	4
		KBF_U09	4
		KBF_W01	4
		KBF_W04	4
		KBF_W05	4
		KBF_W09	4
MB_26_2	Zna podstawy technologii syntezy leku	KBF_K04	4
		KBF_U04	4
		KBF_W02	4
MB_26_3	Poznał techniki zaprojektowania molekularnego związków lekopodobnych	KBF_K02	3
		KBF_U04	3
		KBF_U07	3
		KBF_U09	3
		KBF_W01	3
		KBF_W04	3
		KBF_W05	3

		KBF_W09	3
MB_26_4	Planuje i przeprowadza syntezy wybranych związków organicznych, wykorzystując sprzęt laboratoryjny, zgodnie z obowiązującymi przepisami BHP i zasadami bezpiecznej utylizacji odpadów	KBF_K09 KBF_W01 KBF_W04 KBF_W05 KBF_W09	3 3 3 3 3
MB_26_5	Zna klasyfikację leków i ich działanie na organizmy żywe	KBF_K06 KBF_U04 KBF_U07 KBF_U09 KBF_W01 KBF_W04 KBF_W05 KBF_W09	3 3 3 3 3 3 3 3
MB_26_6	Stosuje wybrane metody spektroskopowe w celu określenia budowy związków chemicznych i interpretuje widma prostych układów molekularnych	KBF_K02 KBF_U04 KBF_U07 KBF_U09 KBF_W01 KBF_W04 KBF_W05 KBF_W09	4 4 4 4 4 4 4 4

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	W trakcie zajęć studenci w praktyce zapoznają się z: 1. Modelowaniem molekularnym związków terapeutycznych. 2. Otrzymywaniem wybranych związków terapeutycznych 3. Charakterystyką nowych leków metodami NMR, MS, XRD. 4. Badaniem aktywności biologicznej in vitro.
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_26_w_1	zaliczenie	średnia ocen z projektów własnych + raport	MB_26_1, MB_26_2, MB_26_3, MB_26_4, MB_26_5, MB_26_6

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_26_fs_1	laboratorium	Samodzielne wykonanie ćwiczeń na profesjonalnej aparaturze badawczej	45	Przygotowanie teoretyczne z zakresu materiału obejmującego ćwiczenie. Przygotowanie sprawozdania z danego ćwiczenia	45	MB_26_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Fundamentals of Molecular Modeling

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-22

**1. Liczba punktów ECTS:** 5

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_22_1	Posiada podstawową wiedzę z zakresu symulacji dynamiki molekularnej i metody Monte Carlo	KBF_W08	5
MB_22_2	Zna podstawy dynamiki molekularnej	KBF_W08	5
MB_22_3	Potrafi określić zalety i ograniczenia poznanych metod symulacji komputerowych	KBF_W08	5
MB_22_4	Potrafi dokonać wyboru modelu oddziaływań, zespołu statystycznego oraz parametrów klasycznych symulacji odpowiednich dla analizowanego układu	KBF_U02	4
MB_22_5	Potrafi wykorzystać dostępne programy otwarte do modelowania prostych cząsteczek oraz symulacji dynamiki układu atomów i cząsteczek	KBF_U06	4

3. Opis modułu	
Opis	<p>Na wykładzie student zapoznaje się z następującymi zagadnieniami: Mechanika molekularna: - Opis oddziaływań wiążących i niewiążących. - Pola siłowe: MMFF94, GAFF i GROMACS. - Metody optymalizacji: metoda gradientu prostego, najszybszego spadku i gradientów sprzężonych, algorytm Metropolis. Klasyczne symulacje komputerowe: - Modele cząsteczek i potencjały oddziaływań między-molekularnych. Deterministyczne metody symulacji komputerowych – układy izolowane molekuł i układy rozciągnięte (periodyczne warunki brzegowe, konwencja najbliższych obrazów, obciążenie sferyczne, potencjał przesunięty), równania ruchu, metody rozwiązywania równań różnicowych, dynamika z więzami, oddziaływania daleko-zasięgowe, dynamika molekularna dla zespołu mikrokanonicznego, kanonicznego i izobaryczno-izotermicznego; wartości średnie i fluktuacje, wielkości termodynamiczne, czasowe funkcje korelacji, czasy korelacji oraz współczynniki transportu, własności strukturalne (dwójkowa funkcja rozkładu, statyczny czynnik struktury), daleko-zasięgowe poprawki energii potencjalnej i ciśnienia. - Stochastyczne metody symulacji komputerowych - metoda Monte Carlo (metoda Metropolis, symulacje dla zespołu kanonicznego). Na zajęciach laboratoryjnych otwarte programy (ang. free software), takie jak GROMACS, Avogadro, VMD, NAMD, zostaną wykorzystane do - Skonstruowania zadanej cząsteczki oraz określenie jej najbardziej prawdopodobnej konformacji. - Przeprowadzenie symulacji dynamiki molekularnej układu atomów. - Przeprowadzenie symulacji dynamiki molekularnej układu prostych</p>

	cząsteczek.
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_22_w_1	egzamin	egzamin ustny/pisemny	MB_22_1, MB_22_2, MB_22_3, MB_22_4, MB_22_5
MB_22_w_2	zaliczenie	Dwa kolokwia. Skonstruowanie konfiguracji startowej zadanej molekuly oraz zoptymalizowanie jej struktury. Przygotowanie układu atomów/molekuł dla zadanej gęstości oraz warunków termodynamicznych i uruchomienie symulacji dynamiki molekularnej takiego układu. Ocena zaliczenia będzie średnią arytmetyczną ocen z kolokwiów w skali 2-5.	MB_22_1, MB_22_2, MB_22_3, MB_22_4, MB_22_5

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_22_fs_1	wykład	Wykład zagadnień przedstawionych w „Opisie modułu” z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej	30	Praca z podręcznikiem; lektura uzupełniająca	60	MB_22_w_1
MB_22_fs_2	laboratorium	Zapoznanie się z dostępnym oprogramowaniem, konstruowanie cząsteczek, dobór pola siłowego oraz wyznaczanie konfiguracji równowagowej. Zaprojektowanie układu molekuł z wykorzystaniem zaimplementowanych pól siłowych oraz symulacji dynamiki molekularnej tego układu	30	Przyswojenie wiedzy z wykładów	45	MB_22_w_2

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Green Chemistry for Materials and Processes

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-06

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_06_1	the students will have the knowledge and skills useful in designing the construction of products, materials, and plants with minimal impact on human health and the environment	KBF_K06 KBF_U11 KBF_W02	5 3 4

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	The concepts that will be presented are the emerging ones of the Green Chemistry: atomic efficiency, heterogeneous catalysis and biocatalysis, replacement of solvents and toxic compounds, reaction and process intensification, conversion of biomass into valuable chemicals/materials, waste recycling, design and production of green products as bioplastics. Examples of industrial processes where this sustainability approach is adopted will be shown as the extraction of active biomolecules and biopolymers from biomass with green solvents (supercritical fluids, ionic/eutectic liquids) and enzymatic technologies, modification of natural fibers with enzymes, and green technologies (steam explosion, supercritical carbon dioxide, microwaves, etc).
<b>Wymagania wstępne</b>	

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_06_w_1	egzamin	Oral exam  Requirement for examination: Knowledge on the tools and methodologies for the assessment of chemical, toxicological and environmental risk, life cycle analysis of products and processes, environmental indicators, green design of chemicals, polymers, and materials.	MB_06_1

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_06_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	48	Supplementary reading, working with the textbook	102	MB_06_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Introduction to Entrepreneurship

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-32

**1. Liczba punktów ECTS:** 1

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_32_1	Student posiada podstawową wiedzę z zakresu tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości	KBF_U11	4
		KBF_U17	4
		KBF_W12	4
MB_32_2	Student zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady ochrony własności intelektualnej i praw autorskich	KBF_U11	4
		KBF_W13	4
MB_32_3	Student potrafi pracować indywidualnie i w zespole; potrafi oszacować czas potrzebny na wykonanie zleconego zadania	KBF_K07	5
		KBF_K09	5
		KBF_U10	5
MB_32_4	Student zna i rozumie prawne, ekonomiczne i etyczne aspekty działalności naukowej	KBF_K08	4
		KBF_K10	4
		KBF_W12	4
MB_32_5	Student umie pracować w zespole, przyjmując w nim różne role; rozumie podział zadań i potrzebę wypełniania przez jednostkę powierzonego zadania	KBF_K03	5
		KBF_K07	5
		KBF_K09	5
MB_32_6	Student potrafi myśleć i działać w kategoriach przedsiębiorczości (koszty, efekty ekonomiczne, zyski i straty, rentowność)	KBF_K08	4
		KBF_K10	4
		KBF_U11	4



		KBF_U17	4
		KBF_W12	4

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	Rozwój gospodarczy, pieniądze i rozwój. Przedsiębiorczość, cechy osoby przedsiębiorczej. Społeczne i gospodarcze znaczenie przedsiębiorczości. Odwaga widzenia i ryzyko działania. Czy warto angażować się w przedsięwzięcia? Naukowiec jako przedsiębiorca. Innowacje i innowacje. Rewolucja mentalna przejścia od naukowca do przedsiębiorcy. Jak naukowcy i przedsiębiorcy rozwiązują problem? Miejsce nauki i naukowca w przedsiębiorczości. „Uprawianie” nauki w środowisku przedsiębiorczym. Ochrona własności intelektualnej. Czy ochrona własności intelektualnej jest konieczna i czy służy rozwojowi gospodarczemu? Jak rozpocząć tworzenie nowej firmy? Planowanie powstania nowej firmy. Etapy życia firmy, specyfika innowacyjnej firmy „Dolina Śmierci”. Zarządzanie projektami. Analiza konkurencji i sektora. SWOT, PEST dla wybranych sektorów. Strategia, marketing i pozycjonowanie firmy na rynku. Finanse przedsiębiorstwa dla manekinów. Próg rentowności.
<b>Wymagania wstępne</b>	

### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_32_w_1	zaliczenie	Kolokwium zaliczeniowe z zagadnień poruszanych na wykładzie.	MB_32_1, MB_32_2, MB_32_3, MB_32_4, MB_32_5, MB_32_6

### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_32_fs_1	wykład	Treści wykładu przekazywane ustnie z wykorzystaniem wizualizacji treści. Skupienie na trudnym koncepcyjnie materiale i wskazanie źródeł. Ilustracja treści za pomocą przykładów.	30	Zapoznanie się z tematyką wykładu, korzystanie z podręczników, skryptów, strony internetowej itp.	30	MB_32_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Introduction to Optical Spectroscopy

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-07

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_07_1	students will gain the ability to analyze problems of optics involving nanomaterials, both for the analysis at the local scale and for the exploitation of their specific properties in devices and approaches	KBF_W02 KBF_W05 KBF_W07 KBF_W10	4 4 4 4
MB_07_2	students will develop cross-disciplinary abilities directly connected with other scientific areas	KBF_K10 KBF_W02	4 4

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Basics of radiation/matter interaction and understanding of emission/absorption spectra of substances in the range near-UV - IR, up to the THz range. Technical and conceptual tools for emission, absorption, Raman spectroscopy. Energy levels of the main physical systems: electronic levels in atoms and molecules, rotational and vibrational levels of molecules, Lorentz-Drude model, electronic levels of impurities (transition metals and rare earth) in crystals, electronic and phononic bands in crystals. Group theory applied to the main energy level systems mentioned above.
<b>Wymagania wstępne</b>	

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_07_w_1	egzamin	Oral final exam, partly fulfilled through a short presentation on a topic chosen in agreement with the lecturers	MB_07_1, MB_07_2

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_07_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	36	Supplementary reading, working with the textbook	104	MB_07_w_1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>biofizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Language Course: Scientific English

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-29

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
MB_29_1	Rozumie znaczenie komunikacji ustnej i tekstów o różnym stopniu złożoności, w tym rozumienia dyskusji, tematów ogólnych i specjalistycznych z zakresu tematyki	KBF_U14	5
MB_29_2	Formułuje jasne i przejrzyste wypowiedzi ustne i pisemne, stosując zasady organizacji wypowiedzi	KBF_U14 KBF_U15	5 5
MB_29_3	Komunikuje się różnymi kanałami i z użyciem różnych technik komunikacji w dziedzinach nauki i dyscyplinach badawczych odpowiednich dla danego kierunku studiów	KBF_U01 KBF_U17	3 3
MB_29_4	Student wyszukuje, selekcjonuje, analizuje, ocenia i klasyfikuje informacje korzystając z różnych źródeł i metod	KBF_U13	5
MB_29_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, dokonuje samooceny, potrafi uzupełniać i doskonalić nabytą wiedzę i umiejętności; potrafi pracować w zespole, komunikować się z otoczeniem w miejscu pracy i poza nim	KBF_K01 KBF_K02 KBF_K04 KBF_U18	3 3 3 3

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dyskusowanie o metodach finansowania badań naukowych;</li> <li>- Porównywanie działalności badawczo-rozwojowej.</li> <li>- Opisywanie działań i koordynacji zespołów naukowych.</li> <li>- Relacjonowanie czynników logicznego wnioskowania.</li> <li>- Dyskusowanie o badaniach własnych potrzebnych w pracy magisterskiej.</li> </ul>
<b>Wymagania wstępne</b>	

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_29_w_1	zaliczenie	Średnia ocen cząstkowych z całego semestru, aktywność na zajęciach, frekwencja	MB_29_1, MB_29_2, MB_29_3, MB_29_4, MB_29_5

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_29_fs_1	konwersatorium	Kurs prowadzony jest komunikatywną metodą nauczania, z elementami dyskusji, z pisemną lub ustną informacją zwrotną, z udziałem pracy własnej studentów. Ćwiczenia prowadzone są metodą aktywizującą (m.in. projekt, webquest, case studies, prezentacja) z zastosowaniem ICT.	45	Praca z podręcznikiem, słownikiem, ćwiczeniami, literaturą uzupełniającą, Źródła internetowe. Asymilacja i konsolidacja wiedzy i umiejętności zdobytych podczas zajęć. Sporządzanie wypowiedzi ustnych i pisemnych (np. przykładowy list, e-mail, ogłoszenie, prezentacja).	30	MB_29_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Large Facilities: Synchrotron and Neutron Sources

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-11

**1. Liczba punktów ECTS: 5**

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_11_1	students will be able to explain the basic functioning of a synchrotron radiation source and a spallation source, as well as the different properties that synchrotron light or neutrons can possess and how they can be tuned	KBF_W02	4
MB_11_2	students will be able to describe how synchrotron light and neutrons can be used to investigate the condensed matter, how collected data should be analyzed, and what information can be extracted from the data	KBF_U09	4
		KBF_W04	4
		KBF_W10	5
MB_11_3	students will be able to identify the advantages of using a large facility to perform experiments, and the most suitable technique to tackle a given experimental problem	KBF_K06	3
		KBF_U11	3
		KBF_U13	3

3. Opis modułu	
Opis	<p>The purpose of this unit is to learn the basics of facilities such as synchrotrons and spallation sources, and the kind of characterization techniques that they allow. Program:</p> <p>(1) Particle accelerators, synchrotron radiation, and neutron sources. (Basics of particle accelerators: general introduction, types of accelerators, methods of acceleration; circular accelerators, magnetic systems; main accelerator systems: RF, diagnostics; Beam characteristics. Generation of e.m. radiation: Bremsstrahlung, synchrotron radiation, characteristics and generation, insertion devices; beamlines and experiments: the Alba synchrotron; ion accelerators; spallation sources.</p> <p>(2) Data analysis and elementary scattering theory (Frequentist data analysis; data and errors: a statistical view; classical fitting methods; statistical distributions; hypothesis testing; Bayesian data analysis: Bayesian statistics and probability distribution functions; Bayes theorem, measurement, fitting functions; Markov Chain Monte Carlo method; Model selection in Bayesian statistics; basics of X-ray and neutron scattering (Bragg Law; the phase problem; reflectometry and small-angle scattering; diffraction of liquids and amorphous materials; inelastic scattering: coherent and incoherent scattering,</p>

	Van –Hoff functions. (3) Some synchrotron and Neutron applications (XRD and powder diffraction; EXAFS – XANES; hard X-ray synchrotron imaging Techniques; Neutron applications: inelastic neutrons scattering methods: Time of flight, Spin Echo, Backscattering; magnetism using neutrons; imaging using neutrons; specialized seminars by ALBA staff; practices at ALBA in the accelerators group: magnetic measurements, RF measurements, vacuum system
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_11_w_1	egzamin	The evaluation will consist of a mark for small homework projects and exercises of each module (25%), and one for the final project (75%). The latter will consist of two marks, one for the written report and one for the oral presentation.	MB_11_1, MB_11_2, MB_11_3

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_11_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	45	Supplementary reading, working with the textbook, doing homework projects and exercises. Final project preparation	80	MB_11_w_1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>biofizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Machine Learning with Neural Networks

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-17

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
MB_17_1	students will be able to state the fundamental problem and complexity of Machine Learning, and acquire a global view of the different Machine Learning techniques	KBF_K10 KBF_U02 KBF_U11 KBF_U14 KBF_W02	3 3 4 5 4
MB_17_2	students will be able to understand and explain classical models of Neural Networks such as the Hopfield networks, Boltzmann Machines, Single- and Multi-layer Perceptrons, and Convolutional networks	KBF_K10 KBF_U02 KBF_U11 KBF_U14 KBF_W02	3 3 4 5 4
MB_17_3	students will be able to implement the standard training techniques in these models, and put them in relation with the issue of the Deep Learning and its solution techniques	KBF_K10 KBF_U02 KBF_U11 KBF_U14 KBF_W02	3 3 4 5 4

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	
-------------	--



	Course syllabus: (1) Introduction to Machine Learning (fundamental problem and its inherent complexity; general approaches for its solution) (2) Classic Neural Networks models (Hopfield model; recurrent Boltzmann Machines (BM) and Restricted Boltzmann Machines (RBM); learning with BM y RBM: gradient descent, Contrastive Divergence and its variants; single-layer perceptrons (SLP): lineal and logistic regression, Rosenblat perceptron; multi-layer perceptrons (MLP): learning with MLP, back-propagation; Convolutional Neural Networks (CNN): model, link to MLP, and learning) (3) Deep Learning: link with classical models and modern learning techniques.
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_17_w_1	zaliczenie	The final mark for this course is computed as $0.2 \cdot M_1 + 0.2 \cdot M_2 + 0.6 \cdot M_3$ , where $M_n$ is the grade of each practical homework. For the latter, the students will be provided with a code structure, and they will have to implement specific functions and run virtual experiments in which different machine learning strategies will be employed	MB_17_1, MB_17_2, MB_17_3

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_17_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	26	Supplementary reading, working with the textbook	44	MB_17_w_1
MB_17_fs_2	laboratorium	Computer sessions	10		20	MB_17_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Manufacturing of Polymers and Nanocomposites for Biomedical Application

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-22-36

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_36_1	On successful completion of the course students will be able to know all up-to-date methods for micro- and nano-manufacturing in particular for biomaterials and biomedical devices.	KBF_W01 KBF_W07	4 3

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Basics of micro- and nano-manufacturing: Micro- and nanomanufacturing concepts for biomaterials and biomedical devices. Exposure-based lithographies. Photolithography, electron beam methods, lift-off. Two-photon lithography. Soft lithography. Nanoimprint lithography. Microfluidics: capillary force lithography, Micromolding in capillaries, Applications in microfluidics, Surface functionalization, Organ-on-chip building Additive Manufacturing: Spinning technologies, 3D Printing, 4D Printing
<b>Wymagania wstępne</b>	

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_36_w_1	egzamin	On successful completion of the course students will be able to know all up-to-date methods for micro- and Nano-manufacturing in particular for biomaterials and biomedical devices.	MB_36_1

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_36_fs_1	wykład	detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	24	supplementary reading, working with the textbook	51	MB_36_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Master's Seminar, Master's Laboratory, Preparation of a Master Thesis

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-33

1. Liczba punktów ECTS: 30

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_33_1	Posiada umiejętności praktycznego wykorzystywania wiedzy z zakresu biofizyki i nauk pokrewnych	KBF_U01	4
		KBF_U02	4
		KBF_W02	4
		KBF_W04	4
		KBF_W05	4
		KBF_W06	4
		KBF_W07	4
MB_33_2	Zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, aby móc samodzielnie wykonywać pomiary na stanowisku badawczym	KBF_K08	3
		KBF_W11	3
MB_33_3	Potrafi wybrać właściwą metodę pomiarową dla wykonania swojej pracy magisterskiej	KBF_U07	4
		KBF_W04	4
		KBF_W07	4
		KBF_W10	4
MB_33_4	W oparciu o zdobytą wiedzę i przeprowadzone pomiary potrafi opisać wyniki badań	KBF_K05	3
		KBF_U07	3
		KBF_U08	3
		KBF_W02	3
		KBF_W04	3

MB_33_5	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników uwzględniając metodologię, analizę i dyskusję otrzymanych danych	KBF_U05 KBF_U08 KBF_U09 KBF_U15 KBF_W02 KBF_W03 KBF_W07 KBF_W08 KBF_W13	4 4 4 4 4 4 4 4 4
MB_33_6	Poszerza swoją wiedzę na bazie literatury naukowej anglojęzycznej, potrafi integrować pozyskane informacje i wyciągać wnioski	KBF_U12 KBF_U13 KBF_U16 KBF_U18 KBF_W13	3 3 3 4 4
MB_33_7	Umie współpracować w zespole w planowaniu i realizacji zadań badawczych	KBF_K04 KBF_U10 KBF_U11	4 4 4
MB_33_8	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KBF_K03 KBF_K06 KBF_K07 KBF_K09 KBF_U14	3 3 3 3 3

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	<p>W zależności od tematyki pracy magisterskiej student/studentka:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-pogłębi swoją wiedzę odnośnie wybranego działu biofizyki</li> <li>-wykona pomiary przy pomocy zaawansowanej aparatury właściwej do prowadzenia konkretnego rodzaju badań lub stosuje zaawansowane programy komputerowe w przypadku prac teoretycznych.</li> <li>-zdobędzie unikalne umiejętności praktyczne związane z tematyką realizowanej pracy magisterskiej.</li> </ul> <p>Podczas seminarium prezentuje wyniki prowadzonych przez siebie badań i ich analizę. Uczestnictwo w seminarium ma wykształcić umiejętności dyskusyjnego, argumentowanego, formułowania sądów w danym obszarze nauki. Student /studentka powinna wykształcić umiejętności efektywnego prezentowania i komunikowania się w zakresie pracowanej tematyki badawczej.</p> <p>Miejsce, w którym student będzie realizował pracę magisterską zostanie wybrane przez samego studenta. Może to być uniwersytet, laboratorium badawcze, firma lub dowolny inny ośrodek prowadzący działalność ukierunkowaną na temat pracy magisterskiej. Student wybiera temat pracy i opiekuna.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_33_w_1	zaliczenie pracowni magisterskiej	Ocena wykonania pomiarów pod opieką promotora, opracowania wyników pomiarów i ich dyskusji	MB_33_1, MB_33_2, MB_33_3, MB_33_4, MB_33_5, MB_33_6, MB_33_7, MB_33_8
MB_33_w_2	recenzja pracy magisterskiej	Ocena wartości części literaturowej oraz wkładu własnego studenta do realizowanej tematyki. Promotor dodatkowo ocenia stopień zaangażowania magistranta podczas wykonywania pracy oraz możliwość wykorzystania wyników w publikacji.	MB_33_1, MB_33_2, MB_33_3, MB_33_4, MB_33_5, MB_33_6, MB_33_7, MB_33_8
MB_33_w_3	egzamin magisterski	Ocena wiedzy z nauk fizycznych na poziomie II stopnia kształcenia oraz z wykładów kierunkowych z biofizyki. Ocena prezentacji i obrony pracy	MB_33_1, MB_33_2, MB_33_3, MB_33_4, MB_33_5
MB_33_w_4	aktywność	Sugestie mające na celu usprawnienie wykonywania pomiarów, dyskusje odnośnie metod analizy wyników i ich interpretacji	MB_33_1, MB_33_2, MB_33_3, MB_33_4, MB_33_5

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_33_fs_1	laboratorium	Zapoznanie z obsługą aparatury badawczej i jej możliwościami pomiarowymi, zwracanie uwagi na rzetelność wykonywania pomiarów, wybór właściwej metody opracowywania wyników pomiarów, analiza statystyczna wyników pomiarów, opis zjawisk fizycznych i biofizycznych w ramach wybranych modeli, podsumowanie wyników i wyciągnięcie wniosków, wzmożone konsultacje	180	Dodatkowe godziny pracy mające na celu opracowanie uzyskanych wyników	400	MB_33_w_1, MB_33_w_2, MB_33_w_3, MB_33_w_4
MB_33_fs_2	seminarium	Wykonanie pracy magisterskiej: Złożenie pracy magisterskiej - pisemnego opracowania przeprowadzonych badań zawierającego: cel pracy, metodologię, opis i dyskusję otrzymanych wyników i ich znaczenie na tle podobnych badań	30	Przygotowanie i napisanie pracy magisterskiej uwzględniającej uwagi promotora	140	MB_33_w_1, MB_33_w_2, MB_33_w_3, MB_33_w_4

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Materials Science of Drugs

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-13

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_13_1	students will be able to discuss the equilibrium conditions for a phase or phase coexistence, draw multiphase and/or binary phase diagrams, and distinguish between different equilibrium, metastable, and unstable states, and their relevance for drug formulations	KBF_K06	3
		KBF_U01	4
		KBF_U02	4
		KBF_U11	3
		KBF_W02	4

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	<p>The purpose of this unit is to provide an overview of the thermodynamics of phase equilibrium and phase transitions, with application to the polymorphism of drugs, and to introduce binary phase diagrams and the non-equilibrium glass state, with applications in the field of amorphous drugs. Course syllabus:</p> <p>(1) Basic concepts of crystallography: translational order, unit cell, Bravais lattices. Point groups, space groups, crystal systems. Crystallographic planes, reciprocal lattice, Miller indices. From crystal system to molecular structure and geometry: crystals with a base and molecular crystals. Calculation and modeling of diffraction patterns from atomic and structure scattering factors. Solid-state polymorphism of drugs and other organic molecules.</p> <p>(2) Phase Equilibrium and phase transitions (Thermodynamic Potentials for hydrostatic pV-T systems; Maxwell relations; TdS equations; General conditions for equilibrium; Fluctuations; Le Châtelier principle)</p> <p>(3) Phase transitions and topological pressure-temperature phase diagram (Equilibrium conditions for hydrostatic pV-T systems; First-order phase transitions: Clausius-Clapeyron equation. Stability and metastability domains; High-order phase transitions. Group-subgroup phase transitions. Second-harmonic generation; Critical and triple points; Topological P-T phase diagram.</p> <p>(4) Landau's theory for phase transitions. Ferroelastic phase transitions. Long-range anisotropic interactions. Self-accommodation. Structural phase transitions. Mechanistic and kinetic classification of phase transitions.</p>
-------------	---

	(5) Phases out of equilibrium (Glass state and glass transition; dynamics and structural relationships in the glass state; pressure dependence of the glass transition temperature; non-equilibrium phases and mesophases of drugs) (6) Binary systems (thermodynamics of mixing, thermodynamic potential; types of binary phase diagrams: eutectic, metatectic, and peritectic; solubility and miscibility; metastable and unstable states; nucleation vs spinoidal decomposition. The course will include laboratory sessions.
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_13_w_1	zaliczenie	the basis for obtaining credit will be the grades from homework and laboratory reports	MB_13_1

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_13_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	30	Supplementary reading, working with the textbook, doing homework	45	MB_13_w_1
MB_13_fs_2	laboratorium	Performance of exercises on the subject consistent with the issues listed in the table "module description"	6	Acquiring knowledge in the scope of the exercise, preparation of the final report on a given exercise	19	MB_13_w_1



1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Mechanical Behaviour of Materials

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-04

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_04_1	the students will be able to understand the mechanism of plastic deformation and the origin of materials strength	KBF_W01	4
		KBF_W02	4
MB_04_2	the students will be able to suggest ways by which engineering materials may be intrinsically strengthened	KBF_U01	4
MB_04_3	the students will be able to derive ductile-brittle transition temperature and select materials accordingly	KBF_U01	4
		KBF_U07	3
MB_04_4	the students will be able to understand the high-temperature mechanical behavior of materials and be able to select the materials for high-temperature applications	KBF_U01	4
		KBF_W02	4
MB_04_5	the students will be able to design and select engineering components based on the principles of fracture mechanics and fatigue	KBF_U01	4
		KBF_W01	4
		KBF_W02	4
		KBF_W04	4
MB_04_6	the students will be able to improve materials resistance to fracture and fatigue performance	KBF_U01	4

3. Opis modułu	
Opis	1. Introduction to deformation behavior: Concept of stresses and strains, engineering stresses and strains, Different types of loading and temperature encountered in applications. 2. Tensile Test - stress-strain response for metal, ceramic, and polymer, elastic region, yield point, plastic deformation, necking, and fracture. 3. Bonding and Material Behaviour, theoretical estimates of yield strength in metals and ceramics.

	<p>4. Elasticity (the state of stress and strain, stress and strain tensor, tensor transformation, principal stress and strain, elastic stress-strain relation, anisotropy, elastic behavior of metals, ceramics, and polymers).</p> <p>5. Viscoelasticity (Molecular foundations of polymer viscoelasticity. Rouse-Bueche theory, Boltzmann superposition principle, mechanical models, distribution of relaxation and retardation times, interrelationships between mechanical spectra, the glass transition, secondary relaxations, dielectric relaxations).</p> <p>6. Plasticity (Hydrostatic and Deviatoric stress, Octahedral stress, yield criteria, and yield surface, texture and distortion of yield surface, Limitation of engineering strain at large deformation, true stress and true strain, effective stress, effective strain, flow rules, strain hardening, Ramberg-Osgood equation, stress-strain relation in plasticity, plastic deformation of metals and polymers).</p> <p>7. Microscopic view of plastic deformation: crystals and defects, classification of defects, thermodynamics of defects, the geometry of dislocations, slip and glide, dislocation generation - Frank Read and grain boundary sources, stress and strain field around dislocations, force on dislocation - self-stress, dislocation interactions, partial dislocations, twinning, dislocation movement and strain rate, deformation behavior of single crystal, critical resolved shear stress (CRSS), deformation of poly-crystals, Hall-Petch and other hardening mechanisms, grain size effect - source limited plasticity, Hall-Petch breakdown, dislocations in ceramics and glasses. Effects of microstructure on the mechanics of polymeric media: deformation modes, yield, rubber toughening, alloys and blends.</p> <p>8. Fracture mechanics (energetics of fracture growth, plasticity at the fracture tip, measurement of fracture toughness, -Linear fracture mechanics -KIC. Elasto-plastic fracture mechanics - JIC, Measurement and ASTM standards, Design based on fracture mechanics, the effect of environment, effect of microstructure on KIC and JIC. Application of fracture mechanics in the design of metals, ceramics, polymers and composites, damage tolerance design, elements of fractography)</p> <p>9. Fatigue (S-N curves, low- and high-cycle fatigue, laboratory testing in fatigue, residual stress, surface and environmental effects, fatigue of cracked components, designing out fatigue failure, Life cycle prediction, Fatigue in metals, ceramics, polymers, and composites).</p> <p>10. Creep. Creep in crystalline materials (stress-strain-time relationship, creep testing, different stages of creep, creep mechanisms and creep mechanism maps, diffusion, creep and stress rupture, creep under multi-axial loading, microstructural aspects of creep and design of creep resistant alloys, high-temperature deformation of ceramics and polymers).</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_04_w_1	egzamin	oral exam  Requirement for examination: Knowledge of the mechanical behavior of a wide variety of materials ranging from conventional metals and alloys, ceramics and polymers to hybrid materials and biomaterials, at different length and time scales, from the continuum description of properties to the atomistic and molecular mechanisms that confer those properties to all materials.  Knowledge of the micro-mechanics of deformation of metals, ceramics, polymers, and composites. Knowledge of the fundamentals of elasticity and viscoelasticity, plasticity, imperfections/defects in crystals, deformation and strain-hardening, fracture, strengthening of alloys, martensitic transformations	MB_04_1, MB_04_2, MB_04_3, MB_04_4, MB_04_5, MB_04_6

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_04_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	48	Supplementary reading, working with the textbook	102	MB_04_w_1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>biofizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Molecular and Soft Condensed Matter

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-12

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_12_1	students will be able to describe the phases of single-component molecular systems, and the main experimental techniques available to study molecular dynamics and phase transitions	KBF_W02	4
		KBF_W07	4
		KBF_W10	4
MB_12_2	students will be able to discuss the (dynamic) disorder present in a phase and its impact on rheological/mechanical properties and on vitrification	KBF_U01	4
		KBF_U11	4
		KBF_W02	4
MB_12_3	students will be able to describe the main theories that describe the properties of glasses, liquid crystals, linear polymers and polymer networks, as well as their main technological applications	KBF_U02	3
		KBF_W02	4

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	<p>This unit introduces the physics of molecular and macromolecular condensed phases such as liquids, glasses, liquid crystals, plastic and orientationally disordered crystals, polymers and polymer gels.</p> <p>Course syllabus:</p> <p>(1) Basics of molecular condensed matter: introduction (polymorphism, glasses, complex fluids: mesophases &amp; polymers); classification and mechanism of phase transitions (first order, continuous, glassy; nucleation and growth); van der Waals theory; microscopic constituents, effective interactions, disorder &amp; dynamics; experimental tools &amp; linear response theory; Boltzmann distribution and partition function</p> <p>(2) Single component systems: structural glasses, primary and secondary relaxations, aged and stable glasses; orientationally disordered solids and plastic crystals; amorphous and semicrystalline linear polymers; rotational isomeric state model; ideal chains and entanglement, normal and segmental relaxations; viscoelasticity; polymers networks, gelation and rubber elasticity; conjugated and conductive polymers; thermotropic liquid crystals and liquid</p>
-------------	---

	crystal polymers) (3) Introduction to binary systems and binary equilibrium and non-equilibrium phase diagrams: heterointeractions; glass-forming mixtures; binary plastic crystals; polymer blends, solutions, and dispersions; block copolymers; polymer gels and hydrogels, swelling; superhydrophobic, superhydrophilic/oleophobic, superamphiphilic, and self-healing polymer coatings. Self-assembly in condensed matter: biopolymers, helix-coil & coil-globule transitions; surfactant-water systems, biomembranes, lyotropic liquid crystals, emulsions; semiflexible polymers & cytoskeleton; colloidal systems (glasses, crystals, nematics, gels); Applications to drug encapsulation, controlled drug release, and drug delivery.
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_12_w_1	egzamin	Oral and written presentation of case study (60%), written midterm exam (40%)	MB_12_1, MB_12_2, MB_12_3

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_12_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	36	Supplementary reading, working with the textbook	64	MB_12_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Molecular Biophysics

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-20

**1. Liczba punktów ECTS:** 5

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_20_1	Rozumie fizyczne podstawy poznanych technik badawczych stosowanych w biofizyce molekularnej	KBF_K07	4
		KBF_U03	4
		KBF_W01	4
		KBF_W02	4
MB_20_2	Umie scharakteryzować i opracować wyniki badań otrzymywanych dla układów biologicznych	KBF_K05	3
		KBF_W02	3
		KBF_W03	3
MB_20_3	Umie pracować na wysokiej klasy aparaturze badawczej	KBF_K03	3
		KBF_U03	3
		KBF_W02	3
		KBF_W04	3
		KBF_W08	3
MB_20_4	Umie stosować matematyczne metody statystyczne opracowania wyników eksperymentalnych	KBF_K09	3
		KBF_W02	3
		KBF_W04	3
MB_20_5	Poprzez uzyskana wiedze z fizyki i biologii umie zaproponować sposób badań różnorodnych układów biologicznych, jest naturalnym współpracownikiem biologów i lekarzy	KBF_K03	3
		KBF_U07	3
		KBF_U08	3

		KBF_W02	3
		KBF_W03	3

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	<p>Biofizyka molekularna bada przede wszystkim strukturę i dynamikę makromolekuł i ich kompleksów poszukując ilościowej informacji o procesach z ich udziałem. Uczestnicząc w zajęciach student pogłębi swoją wiedzę z zakresu biofizyki poprzez wykonywanie badań różnych obiektów biologicznych, od pojedynczych molekuł, poprzez kompleksy i struktury subkomórkowe, aż do struktur żywej materii z zastosowaniem metodologii i metod fizyki. Będzie mógł zrozumieć podstawy wielu zaawansowanych technik badawczych oraz weźmie udział w eksperymentach wykonywanych przy ich użyciu. Zapozna się m.in. z możliwościami następujących metod badawczych:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Spektroskopia i mikroskopia fluorescencyjna w zastosowaniu do obserwacji struktury i śledzenia procesów życiowych komórek.</li> <li>2) Wielowymiarowy magnetyczny rezonans jądrowy (NMR) w zastosowaniu do obrazowania struktury tkanek i obserwacji przemian komórkowych.</li> <li>3) Mikroskopia sił atomowych (AFM) w badaniu pojedynczych cząsteczek, sił oddziaływania między nimi i struktury układów molekularnych i komórkowych oraz charakterystyki ich własności mechanicznych (wiskoelastycznych).</li> <li>4) Spektroskopia Ramana w mikroskali – mapowanie ramanowskie i powierzchniowo wzmocniona spektroskopia ramanowska (SERS).</li> <li>5) Kriomikroskopia elektronowa pojedynczych cząsteczek i układów molekularnych.</li> <li>6) Spektrometria masowa w badaniach składu atomowego i molekularnego substancji i tkanek (ToF-SIMS).</li> <li>7) Ultrawiwowanie analityczne.</li> <li>8) Teoretyczne metody modelowania struktury, widm i własności molekuł i ich układów – wykorzystanie metod modelowania technikami dynamiki molekularnej i ab-initio.</li> </ol>
<b>Wymagania wstępne</b>	

### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_20_w_1	egzamin z wykładu	Pisemny/ustny egzamin z materiału przedstawionego na wykładzie. Zakres obowiązującego materiału podany do wiadomości na 3 tygodnie przed końcem semestru	MB_20_1, MB_20_2, MB_20_3, MB_20_4, MB_20_5
MB_20_w_2	zaliczenie laboratorium	Zdanie kolokwium wstępnego przed każdym nowym ćwiczeniem, samodzielne jego wykonanie i przygotowanie sprawozdania z jego zrealizowania	MB_20_1, MB_20_2, MB_20_3, MB_20_4, MB_20_5

### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_20_fs_1	wykład	Wykład prowadzony przy pomocy środków audiowizualnych	15	Utrwalenie materiału z wykładu oraz uzupełnienie wiedzy z podręczników i danych w internecie	20	MB_20_w_1
MB_20_fs_2	laboratorium	Samodzielne wykonanie ćwiczeń na profesjonalnej aparaturze badawczej	30	Przygotowanie teoretyczne z zakresu materiału obejmującego ćwiczenie. Przygotowanie raportu końcowego z danego	45	MB_20_w_2

				ćwiczenia		
--	--	--	--	-----------	--	--



1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Pharmacology and Pharmacognosy

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-27

1. Liczba punktów ECTS: 5

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_27_1	Student zna podstawowe pojęcia z zakresu farmacji i farmakognozji	KBF_K04	4
		KBF_U03	4
		KBF_W01	4
		KBF_W02	4
		KBF_W09	4
MB_27_2	Student poznał właściwości substancji czynnych, ich działanie w organizmie, działania uboczne	KBF_K06	3
		KBF_U03	3
		KBF_W01	3
		KBF_W02	3
		KBF_W09	3
MB_27_3	Rozumie podstawy mechanizmów działania leków	KBF_K02	3
		KBF_U03	3
		KBF_W01	3
		KBF_W02	3
		KBF_W09	3
MB_27_4	Poznał chemiczne uwarunkowania stosowania substancji czynnych oraz reakcje biochemiczne na poziomie komórki	KBF_K02	3
		KBF_U03	3
		KBF_W01	3

		KBF_W02	3
		KBF_W09	3
MB_27_5	Umie i rozumie stosowanie proleków generowanych metodą inżynierii genetycznej	KBF_K05	3
		KBF_U03	3
		KBF_W01	3
		KBF_W02	3
		KBF_W09	3
MB_27_6	Umie stosować technologię genomiki w poszukiwaniu leków	KBF_K05	3
		KBF_U03	3
		KBF_W01	3
		KBF_W02	3
		KBF_W09	3
MB_27_7	Posiada podstawową umiejętność pracy w laboratorium syntezy	KBF_K03	3
		KBF_U03	3
		KBF_W01	3
		KBF_W02	3
		KBF_W09	3

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	<p>Treści wykładu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przedmiot i podstawowe pojęcia farmakologii. Farmacja i farmakognozji.</li> <li>2. Nomenklatura leków. Formy leków.</li> <li>3. Właściwości leków i typy działania w organizmie. Efekty uboczne. Toksyczność leków.</li> <li>4. Czynniki wpływające na działanie leków. Absorpcja leku. Podstawy mechanizmów działania leków. Leki niespecyficzne.</li> <li>5. Dystrybucja, redystrybucja i biotransformacja leku. Wydalanie leku. Transport leku.</li> <li>6. Stabilność chemiczna leku. Strukturalne determinanty stabilności chemicznej. Czynniki strukturalne wpływające na trwałość.</li> <li>7. Metabolit leku. Procesy pierwszej fazy</li> <li>8. Farmakokinetyka. Pojęcie modelowego kompartmentu.</li> <li>9. Budowa komórki a leki. Losy leków w organizmie. Podstawowe informacje na temat komórki oraz komórkowych mechanizmów działania leków.</li> <li>10. Hydrofobowość vs hydrofilowość. Jonizacja leku. Reguła Lipińskiego a farmakokinetyka.</li> <li>11. ADMET a farmakokinetyka. Farmakokinetyka a projektowanie leku.</li> <li>12. Rozpuszczalność a transport przez błony. Wpływ podstawników acylowych oraz alkilowych na polarność leków. Wpływ podstawienia funkcji polarnych na polarność leków.</li> <li>13. Wprowadzanie genów do komórek. Terapia antysensowa. Proleki generowane metodą inżynierii genetycznej.</li> <li>14. Farmakogenetyka (farmakogenomika). Technologia genomiki w poszukiwaniu leków.</li> </ol> <p>Laboratorium – wybrane zagadnienia</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reakcje utleniania. Hydroksylowanie aromatyczne. Epoksydowanie alkenów.</li> <li>2. Utlenianie alifatycznych i alicyklicznych atomów węgla. Utlenianie ugrupowań zawierających połączenie węgiel-azot. Utlenianie wiązania węgiel-tlen. Utlenianie wiązania węgiel-siarka.</li> </ol>
-------------	--

	3.Utlenianie alkoholi i aldehydów. 4.Reakcje redukcji. Redukcja grupy karbonylowej. Redukcja grupy nitrowej. Redukcja grupy azowej. Redukcja tlenków amin III-rzędowych. Redukcyjne usunięcie chlorowca. 5.Reakcje hydrolizy. 6.Procesy drugiej fazy - reakcje sprzęgania. Sprzęganie z kwasem glukuronowym. Sprzęganie z kwasem siarkowym. Sprzęganie z aminokwasami. Sprzęganie z glutationem. Sprzęganie z wodą. Sprzęganie z kwasem octowym.
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_27_w_1	zaliczenie	Pozytywnie zaliczenie kolokwium dopuszczające do wykonywania danego ćwiczenia	MB_27_1, MB_27_2, MB_27_3, MB_27_4, MB_27_5, MB_27_6, MB_27_7
MB_27_w_2	egzamin pisemny/ ustny	Egzamin pisemny/ustny z materiału przedstawionego na wykładzie	MB_27_1, MB_27_2, MB_27_3, MB_27_4, MB_27_5, MB_27_6, MB_27_7

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_27_fs_1	laboratorium	Samodzielne wykonanie ćwiczeń, opracowanie sprawozdań, umiejętny opis uzyskanych wyników	30	Przygotowanie raportu po każdym zakończonym laboratorium	30	MB_27_w_1
MB_27_fs_2	wykład	Wykład poprowadzony przy pomocy środków multimedialnych, z użyciem prezentacji własnych i materiałów z platformy e-learningowej	30	Uzupełnienie wiedzy otrzymanej na wykładach dodatkową literaturą. Korzystanie z wykładów umieszczonych na platformie e-learningowej	30	MB_27_w_2

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Polymer Science and Engineering

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-05

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_05_1	the student will be aware of the specific characteristics of the materials included in the class of polymers, particularly with respect to structure and properties	KBF_K01 KBF_W02	3 4
MB_05_2	the student will acquire knowledge of both mechanisms for synthesizing polymeric materials and relevant industrial production and processing technologies	KBF_W02	4
MB_05_3	the student will acquire basic knowledge of the principal experimental techniques for characterizing the physical-chemical properties of polymeric materials	KBF_W04 KBF_W10	4 4

3. Opis modułu	
Opis	<p>Introduction to the course.            Subject, tentative program, goals.            Introductory survey on the universe of polymers, classification in plastics and elastomers, recyclable and not recyclable polymers.            Historical milestones of polymer science and engineering.            Basic review of general concepts in polymer science.            Molecular structure, homo- and copolymers, the functionality of a monomer, possible skeletal configurations: linear, branched, and crosslinked polymers.            Classification of polymers as thermoplastics, elastomers, and thermosets. Semi-crystalline and amorphous thermoplastics.            Melting and glass transition.            Survey on the typical values of properties (mechanical, electrical, density, thermal stability) of most employed thermoplastics, thermosets, and elastomers.            Deformation mechanisms acting in polymers at the microscopic scale and factors that influence the mechanical response.            Viscoelasticity of polymers.            Molecular weight, molar masses, and degree of polymerization.</p>

Generalities of step-growth polymerization.  
 Linear step polycondensation and polyaddition reactions.  
 Control of degree of polymerization in step-growth reactions: Carothers theory and statistical analysis.  
 Kinetics of step polymerization and methods for controlling reactions.  
 Network step polyaddition. Gelation: significance, problems in the quantitative definition of the gel-point, consequences at microscopic and macroscopic scales. Carothers theory and Flory's theory of gelation.  
 Brief mention of dendrimers and hyperbranched polymers.  
 Generalities of chain-growth polymerizations.  
 Stages of a linear chain-growth polyaddition. Production of free radicals activators by thermolysis, photolysis, and redox reactions. Propagation stage.  
 Termination by combination and disproportionation. Termination by intra- and inter-molecular chain transfer.  
 Kinetics of linear chain polyadditions and steady-state conditions. Degree of polymerization. Diffusion constraints and diffusion-controlled reactions.  
 Autoacceleration. Effects of chain transfer. Molar mass distribution. Effects of temperature.  
 Ceiling temperature.  
 Industrial methods for polymerization: bulk, solution, suspension, and emulsion processes.  
 Network radical polymerization by crosslinking monomers.  
 Network radical polymerization of unsaturated (pre-)polymers.  
 Thermodynamics of ideal solutions.  
 Liquid lattice, Gibbs free-energy for mixing, configurational entropy.  
 The Flory-Huggins theory and its limitations. Chemical potential.  
 Dilute polymer solutions. The cohesive density approach for predictions of polymer solubility.  
 Chain dimensions: the freely-jointed chain model, bond angle constraints and short-range steric restrictions, stiffness of a polymer chain. Long-range steric interactions and chains with excluded volume. Expansion parameters for the end-to-end distance and for the gyration radius of a polymer molecule coil.  
 Frictional properties of polymers in solutions. Free-draining and non-draining regimes. Hydrodynamic volume and intrinsic viscosity of a polymer in solution in the non-draining limit: the Flory-Fox and the Mark-Houwink-Sakurada equations.  
 Diffusion process in the non-draining limit. The behavior of polyelectrolytes in solution.  
 Characterization of polymers at a molecular level.  
 Techniques for measuring the number average molar mass based on colligative effects. Membrane osmometry. Vapour pressure osmometry.  
 Ebulliometry and cryoscopy. End-group analysis.  
 Scattering methods for characterization of polymers: static light scattering by liquids and solutions of small molecules and scattering by large molecules in solution. Effect of molar mass dispersity. The Zimm- the plot method for analysis of data. Dynamic light scattering. Photon correlation spectroscopy.  
 Small-angle X-ray and neutron scattering. Purposes, limits, and methods for SAXS and SANS analysis.  
 Measurement of frictional properties of polymers in solutions.  
 Dilute solution viscometry. The intrinsic viscosity, the Huggins equation for the reduced viscosity, and the Kraemer equation for the inherent viscosity.  
 Determination of average molar mass and expansion parameter for polymer molecules in solutions.  
 Use of capillary viscometers for measuring the relative viscosity of a polymer in solution.  
 Differential viscometer.  
 Molar mass distribution.  
 Fractionation of dilute Polymer Solutions by Phase-Separation.  
 Gel permeation chromatography: separation by size exclusion, GPC calibration, and data analysis, universal calibration for GPC. Porous gels and eluants for GPC. Instrumentation and procedures for GPC.  
 Mass spectroscopy (MS). Mass spectra of polymers. ESI and MALDI methods for soft ionization. Time-of-flight (ToF) mass spectroscopy. Analysis of MALDI-TOF mass spectra of polymers. Use of MALDI MS for examining the chemical structure of polymers.  
 Spectroscopic methods for characterization of chemical composition and molecular microstructure of polymers.  
 The principles of spectroscopy and the Lambert-Beer law.  
 Principles of UV-vis spectroscopy, applications in polymer science, essential apparatus, and experimental procedures.

Principles of IR spectroscopy, applications in polymer science, apparatus and experimental procedures, interpretation of IR spectra.  
 Principles of Raman spectroscopy, applications in polymer science, interpretation of Raman spectra. Brief mention of Raman microscopy.  
 Principles of NMR spectroscopy, interpretation of NMR spectra, absorption splitting by J-coupling. Applications of NMR spectroscopy in polymer science.  
 The amorphous state of polymers.  
 The glass transition and its characteristics. Free volume theories. Factors controlling  $T_g$ .  
 Macromolecular dynamics in the amorphous state. The Rouse-Bueche theory. The de Gennes reptation theory.  
 Different paths to a glass transition: cooling, compression, polymerization.  
 The crystalline state in polymers.  
 Evidence and characteristics of polymer crystal structures. Crystals structures for most common polymers.  
 Characteristics of crystals obtained from either dilute solutions, melt cooling, or solid-state polymerization. Polymer single crystals. Lamellae and spherulites. Semi-crystalline polymers and determination of the degree of crystallinity. Crystal thickness. Oriented crystals and polymer fibers.  
 Defects in polymer crystals.  
 Kinetics and thermodynamics of crystallization.  
 Melting of crystalline polymers.  
 Equilibrium melting temperature. Factors that influence melting of polymers. Effects on the melting temperature of crystal thickness, chemical structure, molar mass, branching, copolymerization, annealing.  
 Relationship between  $T_m$  and  $T_g$ .  
 Differential scanning calorimetry (DSC): traditional power-compensation and heat-flux apparatuses, experimental procedures, and calibration. Qualitative and quantitative interpretation of DSC thermograms.  
 Modulated-temperature DSC (MTDSC), separation of reversing and non-reversing thermal events. Crystal perfection before melting.  
 The elasticity of rubbers.  
 Molecular structural requirements for a polymer to show elastomeric properties. Elastomers as entropic springs.  
 Natural rubber. Vulcanization.

Mechanical behavior of elastomers. Thermodynamics of elastomer deformation. The thermoelastic inversion effects.  
 Statistical theory of elastomer deformation. Effects of entanglements, loops, and chain end. Stress-strain behavior of rubbers. Strain-induced crystallization.  
 Electrical properties of polymers.  
 Survey on the variety of possible electrical properties within the class of polymeric materials. A brief review of the classical and the band models for current transport in conductors and semiconductors.  
 Inherently conducting polymers. Conjugated polymers and their molecular structure. The case of polyacetylene: structure, explanation of its conductivity, doping, polarons, and solitons.  
 Ionic conduction in polymers: electrophoresis of ionic species from ionomers or from impurities.  
 Electrical properties of insulating matrix/conducting fillers composites. Percolative behavior of the electrical conductivity.  
 Factors influencing the critical value of the filler volume fraction.  
 Polymers as insulators: the dielectric breakdown phenomenon and the dielectric strength of polymers.  
 Polymer dielectrics: the different mechanisms of electric polarization occurring in polymers, behavior under time-varying electric fields, the complex dielectric permittivity, and the dielectric spectrum. Dielectric relaxation processes and models for their description.  
 Dielectric spectroscopy methods for measuring and analyzing the complex permittivity spectrum.  
 A dielectric spectrum of a glass former: recognizable patterns in the behavior of dielectric constant and loss factor; multiple relaxations, dielectric parameters, ionic conduction.  
 Discussion about the influence of temperature on the spectra and the dielectric parameters of a supercooled glass former.  
 Evolution of the dielectric spectra and of the dielectric parameters in time-varying systems: the case of polymerization reactions.  
 Dielectric analysis of chemically, thermally and mechanically induced glass transition: differences, analogies, and attempts for a unified description of the glass transition.  
 Microwave heating.

	Processing of polymers. Principles of the techniques for the processing of polymers. low properties of polymer melts: bulk deformation, elongational flow (tension stiffening and tension thinning), shear flow (shear thinning). Melt flow index. Apparent viscosity as a function of temperature and molar mass. Viscoelasticity of molten polymers and swell ratio. Cooling and solidification of polymer melts. Extrusion. Injection moulding. Thermoforming. Blow moulding. Compression moulding. Transfer moulding.
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_05_w_1	egzamin	The final exam is composed of a final oral examination which has a duration averaging between 40 and 60 minutes. During the oral exam, the student can be also required to solve open questions/exercises/problems. The student will be assessed on his/her demonstrated ability to discuss the course contents with critical awareness and with the property of an expression by starting from problems/exercises/questions proposed by the exam commission. The oral test is not passed if the candidate demonstrates to not be able to express him/herself in a clean and proper language and if the candidate does not correctly answer at least those questions concerning the very basic parts of the course. Knowledge of the micro-mechanics of deformation of metals, ceramics, polymers, and composites. Knowledge of the fundamentals of elasticity and viscoelasticity, plasticity, imperfections/defects in crystals, deformation and strain-hardening, fracture, strengthening of alloys, martensitic transformations	MB_05_1, MB_05_2, MB_05_3

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_05_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	48	Supplementary reading, working with the textbook	102	MB_05_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Protection of Intellectual Property, Health and Safety, Ergonomics

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-30

1. Liczba punktów ECTS: 1

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_30_1	Student zna i rozumie podstawowe prawne, ekonomiczne i etyczne aspekty działalności naukowej	KBF_K06	4
		KBF_K10	4
		KBF_U17	4
		KBF_W13	4
MB_30_2	Student zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady ochrony własności intelektualnej i praw autorskich	KBF_K06	4
		KBF_K10	4
		KBF_U17	4
		KBF_W13	4
MB_30_3	Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł	KBF_K06	5
		KBF_K10	5
		KBF_U11	5
		KBF_U17	5
		KBF_W13	5
MB_30_4	Student potrafi integrować uzyskane informacje i je interpretować, wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych	KBF_K06	5
		KBF_K10	5
		KBF_U11	5
		KBF_U17	5
		KBF_W13	5



MB_30_5	Student rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach swoich i innych	KBF_K06 KBF_K10 KBF_U17 KBF_W13	4 4 4 4
MB_30_6	Student postępuje etycznie	KBF_K06 KBF_K10 KBF_U17 KBF_W13	4 4 4 4
MB_30_7	Student rozumie społeczne aspekty stosowania nabytej wiedzy i umiejętności oraz związaną z tym odpowiedzialność	KBF_K06 KBF_K10 KBF_U17 KBF_W13	4 4 4 4
MB_30_8	Student zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy	KBF_K06 KBF_K10 KBF_U17 KBF_W11	5 5 5 5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	W trakcie wykładu student zapoznaje się z następującymi zagadnieniami: - pojęcie własności intelektualnej; - cele i zasady ochrony praw autorskich; - pojęcie dzieła i autora; - pojęcie idei i jej ochrona; - autorskie prawa osobiste i majątkowe oraz ich ochrona; - pojęcie plagiatu i odpowiedzialności prawnej za naruszenie praw autorskich; - etyczne sposoby wykorzystania cudzej kreatywności; - dozwolony użytek osobisty i publiczny; - pojęcie dóbr osobistych i ich ochrony; - pojęcie wynalazku, wzoru przemysłowego, wzoru użytkowego, znaku towarowego i ich ochrony
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_30_w_1	zaliczenie	Kolokwium zaliczeniowe z zagadnień poruszanych na wykładzie.	MB_30_1, MB_30_2, MB_30_3, MB_30_4, MB_30_5, MB_30_6, MB_30_7, MB_30_8

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_30_fs_1	wykład	Podanie treści wykładu w formie werbalnej z wykorzystaniem wizualizacji treści. Skupienie się na metariale trudnym pojęciowo i wskazanie źródeł. Ilustracja treści za pomocą przykładów.	15	Zapoznanie się z tematyką wykładu, korzystanie z podręczników, skryptów, strony internetowe itp.	30	MB_30_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Quantum Physics of Matter

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-01

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_01_1	Students will be familiar with the basic concepts and methods of nonrelativistic quantum mechanics which are at the base of the modern theory of atoms, molecules, and condensed matter systems	KBF_U02 KBF_W01	5 4
MB_01_2	He/she will also be able to peruse the literature on the quantum microscopic theory of matter that might be useful for his/her studies/research/work	KBF_U11	4

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Introduction to quantum mechanics: Waves and particles. Wave-particle duality and the uncertainty principle. Wave function. Schroedinger equation and stationary states. Expectation values. Atomic Physics: First atomic models and their shortcomings. Hydrogen atom: energy spectrum, angular momentum, and eigenfunctions. Electron spin. Pauli exclusion principle. Helium atom, singlet, and triplet states. Many-electron atoms, periodic system of elements. Atomic spectroscopy. Molecular physics: Adiabatic approximation. The ionized hydrogen molecule. The hydrogen molecule. Homonuclear and heteronuclear diatomic molecules. Polyatomic molecules. Molecular vibrations. Molecular Spectroscopy. Condensed matter physics: Structure of liquids, amorphous solids, and crystals. X-ray diffraction. Types of crystals: molecular, ionic, covalent, and metallic. Boltzmann distribution, equipartition of energy. Quantum statistics: bosons and fermions. Phonons and specific heat of solids. Free electron model of metals: electrical conductivity and specific heat.
<b>Wymagania wstępne</b>	

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_01_w_1	egzamin	oral exam in conceptual and practical knowledge on quantum mechanics and its relation to the behavior of atoms, molecules, and solids	MB_01_1, MB_01_2

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_01_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	48	Supplementary reading, working with the textbook	102	MB_01_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Rheology

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-10

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_10_1	the student is aware of the importance of rheology in scientific research, industrial applications, and life including daily activities	KBF_W02 KBF_W04	4 5
MB_10_2	the student knows the main rheological behaviors of the materials and can recognize the rheological behaviour of different material	KBF_W10	5
MB_10_3	the student can apply the main rheological models	KBF_K02 KBF_U07 KBF_W04	4 4 4
MB_10_4	the student knows the experimental methods of rheological survey and main instrumentation	KBF_U07 KBF_W10	4 4
MB_10_5	the student knows the mathematical tensor treatment of rheology	KBF_U02	4

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b> 1) The viscosity of liquids: introduction to rheology 2) Flow and deformation: introduction; shear rate and shear stress; dimensions and units 3) The newtonian liquid: viscosity; variation of viscosity with temperature; effects of pressure; limit of newtonian behaviour 4) Some equations for the flow of newtonian liquid: flow in rotational viscometer; flow in straight circular pipes; spheres falling in newtonian liquids; other important flows 5) Viscometry: some important things about using viscometers; viscometer design. 6) Shear—thinning liquid: qualitative features of flow curves; mathematical description of flow curves: models
---

	<p>7) Equations for the flow of non – newtonian fluids: some selected examples</p> <p>8) Yield stress fluids: history of the yield stress and yield stress values; flow equations with yield stress</p> <p>9) The flow of “solids”: non-linear “viscosity” of solids</p> <p>10) Linear viscoelasticity and time effects: introduction; mechanical analogues of viscoelastic behaviour; measuring linear viscoelasticity : creep and oscillatory tests, response of model materials and real systems; relationship between oscillatory and steady-state viscoelastic parameters; stress relaxation testing and start-up experiments.</p> <p>11) Non- linear viscoelasticity: everyday elastic liquids; some visible viscoelastic manifestations; proper description of viscoelastic forces and their measurements; some viscoelastic formulas</p> <p>15) The flow of suspensions: viscosity of dispersions and emulsions; effects of the shape and size of the particles; overview of particle interactions; viscosity of flocculated systems; thixotropy; shear thickening</p> <p>16) Polymer rheology: different kinds of polymer chains; polymer solutions; polymer melts</p> <p>17) Rheology of surfactant systems: surfactant phases; rheology of surfactant systems</p> <p>18) Rheology of food products</p> <p>19) Extensional flow: the extensional flow; the Trouton ratio; examples of extensional viscosity curves; some applications</p> <p>20) Recall on scalars, vectors, tensors and their algebra.</p> <p>21) The stress tensor. Construction, property.</p> <p>22) Stress ellipsoid. The case of pressure. Deformation tensor.</p> <p>23) Generalized Hooke’s law. Matrix of modules and compliance, its properties. Recalls: differential operators on scalars / vectors / tensors, useful theorems.</p> <p>24) Conservation of the moment and the mass. Newtonian constitutive equations. Navier Stokes equation. Problems on the flow of incompressible Newtonian fluids: entrainment, f. of poiseuille, f. torsional</p> <p>25) Material functions and experimental response to steady state flow in simple shear geometry and in extensional geometry.</p> <p>26) Viscoelasticity and constitutive equations</p> <p>27) Non-linear viscoelasticity. Cauchy and Finger Tensors.</p> <p>28) Introduction to more advanced constitutive equations. Models: Integral Lodge, Maxwell Upper / Lower Convected, Cauchy-Maxwell, Rubberlike Liquid Lodge. Quasi-linear models (fluid A and B), non-linear differentials (Oldroyd 8 const.)</p> <p>29) Other constitutive approaches: molecular approach for polymeric systems. Outline: Configuration distribution function, temporary network model, reptation theory</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_10_w_1	egzamin	The modality of verification of the students’ knowledge and skills foresees the continuous interaction with the teacher during the lessons as well as a final oral exam and a presentation of a seminar on a topic previously agreed with the teacher	MB_10_1, MB_10_2, MB_10_3, MB_10_4, MB_10_5

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_10_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia	48	Supplementary reading, working with the textbook	102	MB_10_w_1

		presentations				
--	--	---------------	--	--	--	--

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>biofizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Rosetta Stone Language Course

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-19

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
MB_19_1	Understands the importance of oral communication and texts of varying complexity, including understanding discussions, topics general and specialist in the field of the subject	KBF_U14	5
MB_19_2	Formulates clear and transparent oral and written statements, using the rules of organization of statements and appropriate registry	KBF_U14 KBF_U15	5 5
MB_19_3	Communicates with the use of various channels and communication techniques in various fields of science and disciplines research appropriate for a given field of study	KBF_U01 KBF_U17	3 3
MB_19_4	It searches for, selects, analyzes, evaluates, and classifies information using various sources and methods	KBF_U13	5
MB_19_5	Understands the need for further education, performs self-assessment, can supplement and improve the acquired knowledge and skills; can work in a team, communicate with the environment in the workplace and outside it	KBF_K01 KBF_K02 KBF_K04 KBF_U18	2 2 2 2

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	ROSETTA STONE LANGUAGE COURSE. One level (A1, A2, B1, B2, C1) of a foreign language in a form of online written and oral exercises. To be chosen in a list of courses such as English C1 level or a basic level in Spanish, French, Italian, Polish, or another foreign language course.
<b>Wymagania wstępne</b>	



4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_19_w_1	zaliczenie	checking the language skills acquired during the course and self-study based on the results of online tests	MB_19_1, MB_19_2, MB_19_3, MB_19_4, MB_19_5

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_19_fs_1	konwersatorium	One level (A1, A2, B1, B2, C1) of a foreign language in a form of online written and oral exercises	24	Assimilation and consolidation of acquired language skills. Work with a textbook, dictionary, doing exercises, supplementary literature. Preparation of various oral and written forms (for example presentation, essay, letter, etc.)	64	MB_19_w_1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>biofizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Selected Issues from Biomaterials Toxicology

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-28

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
MB_28_1	Rozumie zależności między właściwościami materiałów a podstawowymi prawami natury	KBF_W01 KBF_W02	4 4
MB_28_2	Zdobędzie podstawową wiedzę na temat określania właściwości materiałów (ciepło właściwe, podatność itp.)	KBF_W02	4
MB_28_3	Analizuje różnego rodzaju przybliżenia obliczeniowe	KBF_U02	4
MB_28_4	Zdobywa wiedzę o strukturze elektronowej materiałów, magnetyzmie, dielektrykach i innych właściwościach	KBF_W01 KBF_W02	4 4
MB_28_5	Nabywa umiejętności rozwiązywania problemów teoretycznych z zakresu obliczeń właściwości materiałów	KBF_U02 KBF_U09	4 4
MB_28_6	Zdobywa umiejętności stosowania określonych metod obliczeniowych i aproksymacji	KBF_U02 KBF_U05 KBF_U06	4 4 4
MB_28_7	Analizuje różnego typu podejścia do teoretycznego wyznaczania właściwości materiału	KBF_K10 KBF_U02	4 4

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	Wybrane zagadnienia z toksykologii biomateriałów ma umożliwić studentowi/studentce poznanie zagadnień związanych z toksykologią biomateriałów, w tym pojęć i definicji, takich jak: toksyna (trucizna), toksyczność, stopnie toksyczności, rodzaje zatruc, adsorpcja substancji toksycznych i biokorozja.
-------------	---

	<p>Moduł ma zapewnić studentowi/studentce orientowanie się w mechanizmach i dynamice działania toksycznego, w oparciu o które student/studentka powinien zrozumieć znaczenie toksyczności biomateriałów oraz jej negatywne skutki oddziaływania na organizm.</p> <p>Program: laboratorium</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizacja zajęć.</li> <li>2. Sposoby dystrybucji szkodliwych związków do organizmu. Wpływ leków na obecność implantu w ciele. Wpływ alkoholu na obecność implantu w organizmie.</li> <li>3. Toksyczność metali występujących w dodatkach biomateriałów zawierających tytan. Toksyczność metali obecnych w stali implantacyjnej 316L.</li> <li>4. Choroby wywołane obecnością metali w żywności. Toksyczność implantów ceramicznych. Oczekiwana długość życia implantów.</li> <li>5. Ocena toksykologiczna surowców kosmetycznych. Toksyczność tworzyw sztucznych. Metody oznaczania metali w materiale biologicznym.</li> <li>6. Metody neutralizacji trucizn. Toksyczność metali i półmetali.</li> <li>7. Toksyczność niemetali i ich związków nieorganicznych. Toksyczność substancji uzależniających (halucynogeny).</li> <li>8. Kolokwium/test pisemny.</li> </ol> <p>Program: wykład</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Toksyna (trucizna), toksyczność, stopnie toksyczności, rodzaje zatruc.</li> <li>2. Mechanizmy działania toksycznego.</li> <li>3. Adsorpcja substancji toksycznych.</li> <li>4. Zaburzenia metaboliczne wywołane truciznami.</li> <li>5. Zaburzenia morfologiczne spowodowane truciznami.</li> <li>6. Reakcja rakotwórcza żywego organizmu na implant.</li> <li>7. Reakcja alergiczna żywego organizmu na implant.</li> <li>8. Mechanizmy alergii.</li> <li>9. Alergie spowodowane implantami.</li> <li>10. Mechanizmy infekcji spowodowane implantowanymi materiałami.</li> <li>11. Biokoroza.</li> </ol>
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_28_w_1	egzamin	Weryfikacja wiedzy w oparciu o treść wykładów, wskazaną literaturę oraz odbyte ćwiczenia audytoryjne	MB_28_1, MB_28_2, MB_28_3, MB_28_4
MB_28_w_2	zaliczenie	Sprawdzenie wiadomości nabytych podczas ćwiczeń audytoryjnych	MB_28_5, MB_28_6, MB_28_7

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_28_fs_1	wykład	Szczegółowa dyskusja zagadnień wymienionych w tabeli „opis modułu”. Wykład prowadzony jest z wykorzystaniem środków multimedialnych w oparciu o wybrany zestaw podręczników.	30	Praca ze wskazaną literaturą obejmująca samodzielne przyswojenie wiedzy w odniesieniu do zagadnień poruszanych na wykładach.	10	MB_28_w_1
MB_28_fs_2	laboratorium	Ćwiczenia prowadzone w oparciu o dyskusję i rozwiązywanie zagadnień z wykorzystaniem środków multimedialnych.	15	Przygotowanie do ćwiczeń poprzez samodzielne studiowanie wskazanych zagadnień.	5	MB_28_w_2

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Solid State Physics 1

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-02

1. Liczba punktów ECTS: 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_02_1	Students will be able to interpret the main experimental phenomenology of condensed matter - will obtain a sound knowledge of structural, electronic, optical, and vibrational properties of solids	KBF_K01 KBF_K10 KBF_U11 KBF_U13 KBF_W01 KBF_W02	4 4 4 4 4 4

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Electrons in a one-dimensional periodic potential. Electron tunneling through a periodic potential. Velocity, quasimomentum, and effective mass of an electron in a band. Geometric description of crystals: direct and reciprocal lattices. Von Laue and Bragg scattering. The Drude electron gas. The theory of Sommerfeld. Energy and density of states of a two-and three-dimensional electron gas in a magnetic field. De Haas van Alphen effect. Landau diamagnetism and Pauli paramagnetism. Theory of harmonic crystal. Phonons. Optical properties of semiconductors and insulators. Charge transport in intrinsic and doped semiconductors. Fermi level in intrinsic semiconductors. Law of mass action. Donor and acceptor levels. Fermi level in doped semiconductors.
<b>Wymagania wstępne</b>	

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_02_w_1	egzamin	oral exam	MB_02_1

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_02_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	48	Supplementary reading, working with the textbook	102	MB_02_w_1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>biofizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Specialized Laboratory

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-25

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
MB_25_1	Student zapoznał się z pracą w pracowniach biologicznych i biochemicznych	KBF_K04 KBF_U01 KBF_W01 KBF_W02 KBF_W04 KBF_W10	4 4 4 4 4 4
MB_25_2	Student poznał najnowocześniejszą aparaturę naukową do badań fizycznych na układach biologicznych	KBF_K02 KBF_U01 KBF_W01 KBF_W02 KBF_W04 KBF_W10 KBF_W11	4 4 4 4 4 4 4
MB_25_3	Potrafi opracować wyniki w postaci projektów i publikacji naukowych	KBF_K09 KBF_U09 KBF_U12 KBF_U14	4 4 4 4
MB_25_4	Poznał terminologię angielską stosowaną w biofizyce	KBF_K01	5

		KBF_U13	5
MB_25_5	Nauczył się pracować w zespole	KBF_K03	4
		KBF_U10	4
		KBF_U11	4

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	<p>W trakcie zajęć studenci będą mieli okazję zapoznać się z nowoczesną aparaturą naukową oraz możliwościami testowania leków i materiałów biologicznych, a także z systemem wizualnym. Studenci mogą wybrać pracę w następujących laboratoriach badawczych:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. laboratoria biofizyczne i biochemiczne – hodowla i badania komórek,</li> <li>2. laboratorium optyki i metod spektroskopii optycznej,</li> <li>3. ESCA, laboratorium ToF-SIMS,</li> <li>4. laboratorium optyki okularowej,</li> <li>5. Laboratorium spektroskopii rentgenowskiej.</li> </ol>
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_25_w_1	zaliczenie	Przed przystąpieniem do wykonywania danego ćwiczenia student zdaje kolokwium wstępne, wykazujące jego przygotowanie do pracy. Przygotowuje raport z przeprowadzonych ćwiczeń	MB_25_1, MB_25_2, MB_25_3, MB_25_4, MB_25_5

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_25_fs_1	laboratorium	Zaliczenie poszczególnych pracowni na podstawie przedstawionego końcowego raportu	30	Opracowanie wyników pomiarów, przygotowanie raportu	45	MB_25_w_1



1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Specialized Lecture: Dielectric Spectroscopy in the Study of Dynamics of Biological Systems

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-24

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_24_1	Student zna elementarną teorię oddziaływania pola elektrycznego z materiałami dielektrycznymi	KBF_W01 KBF_W07	4 4
MB_24_2	Student zna podstawy metody szerokopasmowej spektroskopii dielektrycznej, wie jak zastosować ją do badania układów biologicznych oraz jak analizować uzyskane pomiary dielektryczne	KBF_K04 KBF_U02 KBF_U08 KBF_W02 KBF_W04	4 4 4 4 4
MB_24_3	Student zna teorię zawieszin cząstek w polach jednorodnych	KBF_W01 KBF_W02	4 4
MB_24_4	Student posiada wiedzę o zastosowaniach zjawiska dielektroforezy do badania małych organizmów biologicznych	KBF_U04 KBF_W10	4 4

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	Treść wykładu obejmuje następujące treści: 1. Dielektryk w stałym polu (makroskopowe i mikroskopowe parametry dielektryczne, mechanizmy polaryzacji dielektryków, lokalne modele pola i przemiany fazowe w pomiarach dielektrycznych). 2. Dielektryk w polu przemiennym (zjawisko relaksacji dielektrycznej: dipol i przewodnictwo elektryczne). 3. Podstawy teoretyczne zjawiska polaryzacji ośrodków niejednorodnych (układy dwu-, trzy- i wielofazowe, membrany).
-------------	---

	4. Zjawisko dielektroforezy. 5. Właściwości dielektryczne wybranych materiałów biologicznych (komórki, tkanki, białka, krew, biopolimery)
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_24_w_1	egzamin	Test pisemny/egzamin ustny	MB_24_1, MB_24_2, MB_24_3, MB_24_4

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_24_fs_1	wykład	Szczegółowa dyskusja zagadnień wymienionych w tabeli „opis modułu” z wykorzystaniem tablicy lub prezentacji multimedialnych	30	Lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem, poszukiwanie odpowiedzi na proste problemy i pytania zadawane podczas wykładu	20	MB_24_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Stochastic Methods for Optimization and Simulation

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-15

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_15_1	students will be able to devise efficient sampling methods for sampling any multi-dimensional probability distribution	KBF_K02	3
		KBF_U01	4
		KBF_U02	5
		KBF_U14	5
		KBF_W03	4
		KBF_W08	4
MB_15_2	students will be able to use of stochastic methods for the optimization of complex problems with arbitrary model functions	KBF_K02	3
		KBF_U01	4
		KBF_U02	5
		KBF_U14	5
		KBF_W03	4
		KBF_W08	4
MB_15_3	students will be able to perform Monte Carlo simulations of both classical and quantum systems	KBF_K02	3
		KBF_U01	4
		KBF_U02	5
		KBF_U14	5
		KBF_W03	4
		KBF_W08	4

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	This course will give students an operative knowledge of computational simulation and optimization techniques based on stochastic methods. Course syllabus: (1) Monte-Carlo Integration. Sampling techniques and variance reduction. (2) Stochastic optimization: simulated annealing and genetic algorithms. (3) Dynamic Monte Carlo: random walks and the diffusion equation. (4) Classical Monte Carlo simulations: from simple to molecular systems and biomolecules. (5) Application of Monte Carlo methods to quantum systems.
<b>Wymagania wstępne</b>	

### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
MB_15_w_1	zaliczenie	the final mark for this course is computed as $0.4 a + 0.4 b + 0.2 c$ , where a is the mean grade of each practical homework, b is the grade of the final project and c is the rating of written questions concerning the final project	MB_15_1, MB_15_2, MB_15_3

### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
MB_15_fs_1	wykład	Detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	24	Supplementary reading, working with the textbook, doing homework	44	MB_15_w_1
MB_15_fs_2	laboratorium	Performance of exercises on the subject consistent with the issues listed in the table "module description"	12	Acquiring knowledge in the scope of the exercise, preparation of the final report on a given exercise	20	MB_15_w_1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>biofizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Subject in the Field of Humanities

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-21-31

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
MB_31_1	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KBF_W12	5
MB_31_2	Posiada umiejętność stawiania i analizowania problemów na podstawie nabytych treści z dziedziny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KBF_U17	5
MB_31_3	Rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębieniu zdobytej wiedzy	KBF_K10	5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	Celem modułu jest poszerzenie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych studenta o treści spoza kierunku studiów.
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_31_w_1	zaliczenie	Kolokwium zaliczeniowe z zagadnień poruszanych na wykładzie	MB_31_1, MB_31_2, MB_31_3

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	efektów uczenia się
MB_31_fs_1	wykład	Podanie treści wykładu w formie werbalnej z wykorzystaniem wizualizacji treści. Skupienie się na metariale trudnym pojęciowo i wskazanie źródeł. Ilustracja treści za pomocą przykładów	30	Zapoznanie się z tematyką wykładu, korzystanie z podręczników, skryptów, stron internetowych itp.	30	MB_31_w_1

1.	Nazwa kierunku	biofizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy), 2023/2024 (semestr zimowy), 2024/2025 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Transport Phenomena in Materials

**Kod modułu:** W4-2BF-MB-22-35

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
MB_35_1	the student will have a deep knowledge of the fundamentals to transport phenomena (species, heat, and momentum) according to a unified chemical engineering perspective	KBF_W04	4
MB_35_2	the student will be able to use quantitative balances (steady-state and dynamic) and to set up simple models, with or without analytical solution	KBF_W01 KBF_W10	4 4
MB_35_3	the student will have a general understanding enabling her/him to apply the theory to more advanced applications	KBF_W07	4
MB_35_4	the student will have got some practical experience on numerical simulation of transport phenomena with commercial codes	KBF_U08 KBF_W03	4 4

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	<p>INTRODUCTION. Local equilibrium, definition of convective and diffusive fluxes, materials transport properties, dimensionless numbers (Reynolds, Prandtl, Schmidt, Peclet, etc), origin of diffusive equations &amp; random walk.</p> <p>MICROSCOPIC GOVERNING EQUATIONS. Derivation of microscopic balance equations (general, mass, species, internal energy, momentum), Eulerian and Lagrangian approaches, tensor notation and operators.</p> <p>STATIONARY HEAT CONDUCTION. Governing equation and boundary conditions, Newton law of cooling, Biot and Nusselt numbers, unidirectional heat conduction (linear, cylindrical and spherical coordinates), effective thermal conductive of composite materials, heat conduction with heat source.</p> <p>TIME-DEPENDENT HEAT CONDUCTION. Step response in a semi-infinite slab, self-similar solutions, response to heat pulse.</p> <p>FUNDAMENTALS OF MATERIAL TRANSPORT. Species fluxes and velocities, convection vs diffusion, mass vs molar basis, constitutive equations of diffusion (Fick law), balance equations and boundary conditions.</p> <p>STATIONARY MATERIAL TRANSPORT. Diffusion in a stagnant film, effective mass transport coefficient, Sherwood number, simplifications in the dilute limit, diffusion with heterogeneous reaction, diffusion with homogeneous reaction, Thiele modulus and effectiveness factor, scaling of regimes (kinetic,</p>
-------------	--

	internal and external). TIME-DEPENDENT MATERIAL TRANSPORT. Unidirectional diffusion in semi-infinite slab with Robin-type boundary condition (Crank's solution). MOMENTUM TRANSPORT. Laminar and turbulent flows, velocity profiles in a pipe, non-Newtonian fluids, flow in porous media, Knudsen effects. TUTORIALS. Use of Microsoft Excel and codes in Comsol Multiphysics: basic use of the codes, isotope exchange, baking of a ceramic brick with phase transformation. SEMINARS. Transport phenomena in lithium-ion batteries.
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
MB_35_w_1	egzamin	The global assessment of the learning outcomes is made with an oral exam (1h on average). The exam consists of 2-3 practical exercises to be implemented and solved by the candidate, covering the key subjects of the class (transport of species and heat, steady-state and transient solutions). Based on the exercises, the general knowledge of the meaning of dimensionless quantities, asymptotic behaviors, and correlations among different fields, will be assessed. The correct implementation of the practical exercises is a necessary criterion to succeed in the exam.	MB_35_1, MB_35_2, MB_35_3, MB_35_4

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
MB_35_fs_1	wykład	detailed discussion by the lecturer of the issues listed in the table "module description" using the table and/or multimedia presentations	48	supplementary reading, working with the textbook	102	MB_35_w_1