

UR an international PhD student

A COURSE SYLLABUS – DOCTORAL SCHOOL

Public lecture

GENERAL INFORMATION ABOUT COURSE	
Course title	Open lecture – Nanobiomedicine. Wykład otwarty - Nanobiomedycyna
Name of the unit running the course	Doctoral School at the University of Rzeszów
Type of course (<i>obligatory, optional</i>)	optional
Year and semester of studies	Interdisciplinary – Open lectures
Discipline	Biotechnology
Language of Course	English
Name of Course coordinator	Prof. Raluca Maria Fratila
Name of Course lecturer	Prof. Raluca Maria Fratila
Prerequisites	_____
BRIEF DESCRIPTION OF COURSE	
(100-200 words)	
Wykład otwarty poświęcony „nanobiomedycynie” jest skierowany do wszystkich doktorantów, którzy chcą poznać dynamicznie rozwijającą się interdyscyplinarną dziedzinę nauki łączącą nanotechnologię z biologią i medycyną. Głównym celem wykładu jest zapoznanie doktorantów/studentów z wkładem nanotechnologii w rozwój nowych systemów diagnostycznych i terapeutycznych, a także ulepszanie już istniejących. Kurs ten wprowadzi studentów w podstawowe zasady i nowe zastosowania nanotechnologii w biomedycynie. Zapewnia on uporządkowane podejście do zrozumienia, w jaki sposób nauka w skali nano zmienia diagnostykę, terapię i medycynę spersonalizowaną. Dzięki połączeniu wykładów, studiów przypadków i interaktywnych dyskusji doktoranci/studenci zdobędą zarówno wiedzę teoretyczną, jak i praktyczne informacje na temat nanobiomedycyny. Przedmiot pokaże ogromny potencjał wykorzystania unikalnych właściwości materii w skali nano w zastosowaniach biomedycznych, takich jak: - diagnostyka medyczna: opracowywanie nowych, bardziej czułych metod wykrywania chorób, np. z wykorzystaniem nanocząstek;	

- terapie: dostarczanie leków bezpośrednio do chorych komórek lub tkanek, minimalizując skutki uboczne (nanomedycyna);
- inżynieria tkankowa: tworzenie nanomateriałów, które mogą wspierać regenerację tkanek;
- obrazowanie medyczne: wykorzystanie nanostruktur do poprawy jakości obrazów diagnostycznych.

The open lecture on 'nanobiomedicine' is dedicated to all doctoral students who want to learn about the dynamically developing interdisciplinary field of science that combines nanotechnology with biology and medicine. The primary objectives are to familiarize the students with how nanotechnology is contributing to the development of new diagnostic and therapeutic systems, as well as the improvement of existing ones. This course will introduce students to the fundamental principles and emerging applications of nanotechnology in biomedicine. It provides a structured approach to understanding how nanoscale science is transforming diagnostics, therapeutics, and personalized medicine. Through a combination of lectures, case studies, and interactive discussions, students will gain both theoretical knowledge and practical insights into nanobiomedicine.

The course will demonstrate the enormous potential of utilising the unique properties of nanoscale matter for biomedical applications, such as:

- medical diagnostics: developing new, more sensitive methods of disease detection, e.g. using nanoparticles;
- therapies: delivering drugs directly to diseased cells or tissues, minimising side effects (nanomedicine);
- tissue engineering: creating nanomaterials that can support tissue regeneration;
- medical imaging: using nanostructures to improve the quality of diagnostic images.

COURSE LEARNING OUTCOMES AND METHODS OF EVALUATING LEARNING OUTCOMES

Learning outcome	The description of the learning outcome defined for the course	Relation to the degree programme outcomes (symbol)	Learning Format (Lectures, classes,...)	Method of assessment of learning outcomes (e.g. test, oral exam, written exam, project,...)
Knowledge (no.)	(Knows and understands)			
1	Posiada teoretyczną i merytoryczną wiedzę na temat światowych osiągnięć naukowych w dziedzinie nanotechnologii, nanomateriałów i zagadnień związanych z nanobiomedycyną w stopniu pozwalającym na potwierdzenie istniejących opinii na temat wyżej wymienionych obszarów badawczych. Possesses theoretical and substantive knowledge of global scientific achievements in the field of	P8S_WG1	classes	discussion

	nanotechnology, nanomaterials and issues related to nanobiomedicine to a degree that allows for the confirmation of existing opinions on the above-mentioned research areas.			
2	Zna aktualne osiągnięcia naukowe i najnowsze światowe trendy w dziedzinie biotechnologii w zakresie nanomedycyny. Is familiar with current scientific achievements and the latest global trends in the scientific discipline of biotechnology in the field of nanobiomedicine.	P8S_WG2	classes	discussion
3	Zna i rozumie ramy koncepcyjne stosowane w dziedzinie biotechnologii, w szczególności specjalistyczną terminologię z zakresu nanomateriałów, nanotechnologii i nanomedycyny w języku polskim i obcym. Knows and understands the conceptual framework used in the field of biotechnology, in particular specialist terminology in the field of nanomaterials, nanotechnology and nanomedicine in Polish and a foreign language.	P8S_WG3	classes	discussion
4	Posiada wiedzę i rozumie zagrożenia dla cywilizacji we współczesnym świecie wynikające z rozwoju technologii i inżynierii. He has knowledge and understands the threats to civilisation in the modern world resulting from the development of technology and engineering.	P8S_WK1	classes	discussion
5	- Rozumie podstawowe pojęcia i zakres nanomedycyny oraz jej rolę we współczesnej opiece zdrowotnej. - Rozumie zasady biochemiczne leżące u podstaw nanomedycyny, w tym	P8S_WK3		discussion

	interakcje molekularne i strategie funkcjonalizacji. - Rozumie i analizuje projektowanie i zastosowanie systemów nanoterapeutycznych, takich jak platformy dostarczania leków i terapie celowane. - Rozumie zasady i technologie leżące u podstaw nanodiagnostyki, w tym środki obrazowania i biosensory. - Rozumie wpływ stosowania nanomateriałów na zdrowie i środowisko oraz zna aktualne przepisy prawne. Understands the basic concepts and scope of nanobiomedicine and its role in modern healthcare. Understand the biochemical principles underpinning nanomedicine, including molecular interactions and functionalization strategies. Understands and analyse the design and application of nanotherapeutic systems, such as drug delivery platforms and targeted therapies. Understands the principles and technologies behind nanodiagnostics, including imaging agents and biosensors. Understands the implications of nanomaterial use on health and environment and is familiar with current regulation.			
Skills (no.)	(Able to)			
1	Wykorzystując wiedzę interdyscyplinarną, potrafią identyfikować i rozwiązywać problemy badawcze, definiować cele badań, formułować hipotezy i tematy badawcze, opracowywać techniki,	P8S_UW1	classes	discussion

	metody i narzędzia badawcze oraz wyciągać wnioski na podstawie dostępnych wyników badań. Using interdisciplinary knowledge, they are able to identify and solve research problems, define research objectives, formulate hypotheses and research topics, develop research techniques, methods and tools, and draw conclusions based on available research results.			
2	Korzystając z dostępnych publikacji naukowych, potrafią diagnozować i rozwiązywać problemy badawcze oraz podejmować działania innowacyjne związane z pracą naukową, a także stosować odpowiednie działania w celu tworzenia nowych elementów dorobku naukowego. Using available scientific publications, they are able to diagnose and solve research problems and undertake innovative activities related to their scientific work, as well as apply the appropriate course of action to create new elements of scientific output.	P8S_UW2	classes	discussion
3	Potrafi wykorzystać wiedzę interdyscyplinarną do analizy i oceny wyników badań naukowych, prac eksperckich i innych publikacji naukowych związanych z tematyką wykładów, formułując na tej podstawie opinie, w tym oceny krytyczne. Can use interdisciplinary knowledge to analyse and evaluate the results of scientific research, expert works and other scientific publications related to the subject matter of the lectures, formulating opinions on this basis, including critical judgements.	P8S_UW3	classes	discussion

4	Potrafi prowadzić badania w różnych środowiskach krajowych i międzynarodowych w oparciu o literaturę obcojęzyczną, posługując się językiem obcym na poziomie B2 według Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Is able to conduct research in various national and international environments based on foreign-language literature, using a foreign language at level B2 of the Common European Framework of Reference for Languages.	P8S_UK6	classes	discussion		
Social competence (no.)	(Ready to)					
1	Jest przygotowany do krytycznej oceny dotychczasowych światowych osiągnięć naukowych w dziedzinie nanobiomedycyny w biotechnologii i dyscyplinach pokrewnych. Is prepared to critically assess existing global scientific achievements in the field of nanobiomedicine in biotechnology and related disciplines.	P8S_KK1	classes	discussion		
LEARNING FORMAT – NUMBER OF HOURS						
Semester (no.)	Lectures	Seminars	Lab classes	Internships	others	ECTS
—	15	—	—	—	—	—
METHODS OF INSTRUCTION						
Lectures, discussion, presentations						
COURSE CONTENT						

Wykłady otwarte:

- 1) Wprowadzenie do nanomedycyny: ogólne informacje na temat nanonauki, przegląd historyczny, podstawy naukowe wyjaśniające zachowanie nanomateriałów.
- 2) Metody syntezy i charakteryzacji nanomateriałów dla nanomedycyny.
- 3) Biochemia stosowana w nanomedycynie: struktura i funkcja biomolekuł (lipidów, węglowodanów, kwasów nukleinowych, enzymów, przeciwciał) w kontekście nanomedycyny. Kluczowe aspekty immobilizacji biomolekuł na nanomateriałach i nanocząstkach.
- 4) Nanoterapia: miejscowe podawanie leków i genów, hipertermia magnetyczna i optyczna, terapia genowa, zastosowania nanomateriałów w teragnosyce, nanomateriały reagujące na bodźce.
- 5) Nanodiagnostyka: techniki obrazowania i wykorzystanie nanomateriałów jako środków kontrastowych, ogólne pojęcia dotyczące biosensorów, zalety biosensorów opartych na materiałach nanostrukturalnych i nanocząstkach, diagnostyka w miejscu opieki.
- 6) Nano(eko)toksykologia: skutki toksykologiczne nanomateriałów, losy środowiskowe i osadzanie się nanomateriałów, aspekty regulacyjne.

Open lectures:

- 1) Introduction to Nanobiomedicine: generalities of Nanoscience, historical review, underlying scientific basis to explain the behaviour of nanomaterials.
- 2) Synthesis and characterization methods of nanomaterials for Nanobiomedicine
- 3) Biochemistry applied to Nanomedicine: structure and function of biomolecules (lipids, carbohydrates, nucleic acids, enzymes, antibodies) in the context of Nanomedicine. Key aspects for the immobilization of biomolecules on nanomaterials and nanoparticles.
- 4) Nanotherapy: localized drug and gene delivery, magnetic and optical hyperthermia, gene therapy, theragnostic applications of nanomaterials, stimuli-responsive nanomaterials.
- 5) Nanodiagnostics: imaging techniques and use of nanomaterials as contrast agents, general concepts on biosensors, advantages of the biosensors based on nanostructured materials and nanoparticles, point-of-care diagnostics.
- 6) Nano(eco)toxicology: toxicological effects of nanomaterials, environmental fate and deposition of nanomaterials, regulatory aspects.

COURSE ASSESSMENT CRITERIA

Activity PhD students during discussion
Aktywność doktorantów podczas dyskusji

TOTAL PhD STUDENT WORKLOAD REQUIRED TO ACHIEVE THE INTENDED LEARNING OUTCOMES – NUMBER OF HOURS AND ECTS CREDITS	
Activity	Number of hours
Scheduled course contact hours	15
Other contact hours involving the teacher (consultation hours, examinations)	0
Non-contact hours – student`s own work (preparation for classes or examinations, project, etc.)	0
Total number of hours	15
Total number of ECTS credits	_____
INSTRUCTIONAL MATERIALS	
Compulsory literature:	Physicochemical Properties Determine Nanomaterial Cellular Uptake, Transport, and Fate. <i>Acc. Chem. Res.</i> 2013, 46, 3, 622–631. https://doi.org/10.1021/ar300031y Heating at the Nanoscale through Drug-Delivery Devices: Fabrication and Synergic Effects in Cancer Treatment with Nanoparticles. <i>Small Methods</i> 2018, 2, 1800007, DOI: 10.1002/smt.201800007 Strategies for the Biofunctionalization of Gold and Iron Oxide Nanoparticles, <i>Langmuir</i> 2014, 30, 15057–15071, dx.doi.org/10.1021/la5015658 Shape matters: synthesis and biomedical applications of high aspect ratio magnetic nanomaterials, <i>Nanoscale</i>, 2015, 7, 8233, DOI: 10.1039/c5nr01100k Nano-Sized CT Contrast Agents. <i>Adv. Mater.</i> 2013, 25, 2641–2660. DOI: 10.1002/adma.201300081 Recent Advances of Using Hybrid Nanocarriers in Remotely Controlled Therapeutic Delivery. <i>Small</i> 2016, 12, No. 35, 4782–4806. DOI: 10.1002/smll.201601129 Nanomaterials Boost CAR-T Therapy for Solid Tumors. <i>Adv. Healthc. Mater.</i> 2024, 13,e2304615. doi: 10.1002/adhm.202304615. One-dimensional nanomaterials for cancer therapy and diagnosis. <i>Chem. Soc. Rev.</i>, 2023,52, 4488-4514. https://doi.org/10.1039/D2CS00840H Tumor Therapy Strategies Based on Microenvironment-Specific Responsive Nanomaterials. <i>Adv. Healthc. Mater.</i> 2023; 12, e2300153. doi: 10.1002/adhm.202300153. Nanomaterials at the forefront of antimicrobial therapy by photodynamic and photothermal strategies. <i>Mater. Today Bio.</i>, 2024, 29, 101354. https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2024.101354

	The toxicity of nanoparticles and their interaction with cells: an in vitro metabolomic perspective. <i>Nanoscale Adv.</i> , 2023, 5, 2674. DOI: 10.1039/d2na00534d
Complementary literature:	Industrial applications of nanoparticles. <i>Chem. Soc. Rev.</i>, 2015, 44, 5793. DOI: 10.1039/c4cs00362d. Advancing mRNA Therapeutics: The Role and Future of Nanoparticle Delivery Systems. <i>Mol. Pharmaceutics</i> 2024, 21, 3743–3763. https://doi.org/10.1021/acs.molpharmaceut.4c00276 Recent Advances in Hyperthermia Therapy-Based Synergistic Immunotherapy. <i>Adv. Mater.</i> 2021, 33, 2004788. DOI: 10.1002/adma.202004788 Magnetic nanoparticles and clusters for magnetic hyperthermia: optimizing their heat performance and developing combinatorial therapies to tackle cancer. <i>Chem. Soc. Rev.</i>, 2021, 50, 11614–11667, DOI: 10.1039/d1cs00427a Selective Magnetic Nanoheating: Combining Iron Oxide Nanoparticles for Multi-Hot-Spot Induction and Sequential Regulation. <i>Nano Lett.</i> 2021, 21, 17, 7213–7220. DOI: 10.1021/acs.nanolett.1c02178 Bridging Smart Nanosystems with Clinically Relevant Models and Advanced Imaging for Precision Drug Delivery. <i>Adv. Sci.</i> 2024, 11, 2308659, DOI: 10.1002/advs.202308659. Advances in Biosensors and Diagnostic Technologies Using Nanostructures and Nanomaterials. <i>Adv. Funct. Mater.</i> 2021, 31, 2104126. DOI: 10.1002/adfm.202104126 Advances in nanobiosensors during the COVID-19 pandemic and future perspectives for the post-COVID era. <i>Nano Convergence</i> (2024) 11:3. https://doi.org/10.1186/s40580-023-00410-5 Nanomaterial Categorization for Assessing Risk Potential To Facilitate Regulatory Decision-Making. <i>ACS Nano</i>, 2015;9(4):3409–17. doi: 10.1021/acs.nano.5b00941

*(1 ECTS POINT CORRESPONDS TO 25–30 HOURS OF TOTAL WORK REQUIRED OF A DOCTORAL STUDENT TO ACHIEVE THE INTENDED LEARNING OUTCOMES)

.....Raluca M- Fratila, 21.11.2025.....

Date and signature of the course lecturer

.....

Approval of the Head of the Unit or authorised person

