



COURSE UNIT (MODULE) DESCRIPTION

Course unit (module) title	Code
Biophotonics	

Annotation
Upon completion of this course, students will gain knowledge of the laws of light absorption and energy conversion in biological molecules, biomolecular luminescence, and its application in the study of biological systems. They will also be able to select optimal optical methods for studying biological systems and analyse absorption and fluorescence spectroscopy data.

Lecturer(s)	Department(s) where the course unit (module) is delivered
Coordinator: prof. dr. Saulius Bagdonas	Faculty of Physics, Laser Research Center
Other(s):	

Study cycle	Type of the course unit (module)
Full-time studies (2nd stage)	Obligatory

Mode of delivery	Period when the course unit (module) is delivered	Language(s) of instruction
Lectures, seminars	First semester	Lithuanian, English

Requirements for students	
Prerequisites: no	Additional requirements (if any):

Course (module) volume in credits	Total student's workload	Contact hours	Self-study hours
5	140	48	92

Purpose of the course unit (module): programme competences to be developed
<p>The goal of this course is to develop the following skills:</p> <p><i>Special Skills:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ability to explain the principles of applying optical spectroscopy methods to the study of biological systems. • Ability to develop research projects based on natural sciences, critically evaluate data, and present research results orally and in writing. <p><i>General Skills:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ability to work in a group with colleagues from various fields and to demonstrate initiative.

Learning outcomes of the course unit (module)	Teaching and learning methods	Assessment methods
Students will understand and be able to explain the principles of optical spectroscopy methods and their application in the study of biological systems.	Lectures, reading textbooks	Exam, open written tests
Students will be able to plan and prepare experiments and choose appropriate methods for conducting research.	Lectures, reading textbooks, consultations, reading scientific articles	Exam, open written tests
Ability to effectively perform tasks while working in a group, collect, systematize and present information.	Reading textbooks and scientific articles, seminars	Oral presentation

Content: breakdown of the topics	Contact hours							Self-study work: time and assignments	
	Lectures	Tutorials	Seminars	Exercises	Laboratory work	Internship/work placement	Contact hours	Self-study hours	Assignments
1. Introduction. Characteristics of light. Electron transitions in molecules. Absorption of monochromatic light.	2		1				3	6	Reading materials and textbooks lecture
2. Quantitative and qualitative spectrophotometric analysis. Differential spectrophotometry. Spectral distortions in biological samples. Multiple reflection. Scattering. Sieve effect. The influence of the structure of biomolecules and their environment on absorption spectra.	3		2				5	8	Reading materials and textbooks lecture
3. Photoluminescence of biological systems. Luminescence analysis. Luminescence excitation spectra. Luminescence screening effect. Luminescence reabsorption.	3		1				4	8	Reading materials and textbooks lecture
4. Excited state lifetime of molecules. The relationship between the fluorescence quantum yield and the excited state lifetime of molecules.	2		1				3	6	Reading materials and textbooks lecture
5. Changes in the properties of molecules in the excited state. Complexes formed as a result of charge transfer. Formation of dimers and excimers, their fluorescence. Methods for studying primary photoproducts.	2		1				3	6	Reading materials and textbooks lecture
6. Static and dynamic fluorescence quenching. The Stern-Volmer equation.	2		1				3	6	Reading materials and textbooks lecture
7. Dipole moment of a molecule. Relationship between structure and spectrum of biologically active molecules. Phenomenon of photoselectivity.	2		1				3	6	Reading materials and textbooks lecture
8. Transfer of electron excitation energy. The phenomenon of energy transfer. Resonant energy transfer according to Förster. Estimation of the distance between molecules and protein globules based on energy transfer. Resonant substitution energy transfer.	3		1				4	6	Reading materials and textbooks lecture
9. Polarization and anisotropy of fluorescence of samples, conditions of their registration and threshold values, as well as areas of application in biomolecular research.	2		1				3	6	Reading materials and textbooks, scientific articles lecture
10. Rotational depolarization of sample fluorescence and methods for its evaluation. The Perrin coupling and its practical application in the study of biomolecular interactions. The Weber red edge effect.	2		1				3	6	Reading materials and textbooks, scientific articles lecture
11. Influence of polar solvent on temporal and spectral parameters of fluorescence.	2		1				3	6	Reading materials and textbooks lecture
12. Colourful fluorescent proteins, their most important spectral characteristics, unique properties and examples of application in biosystems research. Bioluminescence.	2		1				3	8	Reading materials and textbooks, scientific articles lecture

13. Criteria for selecting fluorescent markers, development methods, and measured sample parameters. Biomolecular biomembrane probes and principles of their application.	3		2				5	8	Reading materials and textbooks, articles	lecture and scientific
14. Principles and application of spectroscopy of fluorescence fluctuations of individual molecules in the study of parameters of biosystems.	2		1				3	6	Reading materials and textbooks, articles	lecture and scientific
Total	32		16				48	92		

Assessment strategy	Weight, %	Deadline	Assessment criteria
Oral presentation	20	During semester	50% - for a comprehensive interpretation of the topic, 25% - for the quality of topic analysis, 25% - for the quality of topic presentation
Written test	20	After topics 1 to 4	10 open questions, full answer – 2 pts., partial answer – 1 pt., incorrect answer – 0 pt.
Written test	20	After topics 5 to 8	10 open questions, full answer – 2 pts., partial answer – 1 pt., incorrect answer – 0 pt.
Written test	20	After topics 9 to 11	10 open questions, full answer – 2 pts., partial answer – 1 pt., incorrect answer – 0 pt.
Final exam	20	After the course	10 open questions and problem-oriented tasks, full answer – 2 pts., partial answer – 1 pt., incorrect answer – 0 pt.
Total	100		Final mark is based on the cumulative score. <50 % of possible points – failed (insufficient) 50-55 % – 5 (weak) 56-60 % – 6 (satisfactory) 61-70 % – 7 (average) 71-80 % – 8 (good) 81-90 % – 9 (very good) >90 % – 10 (excellent)

Author	Year of publication	Title	Issue of a periodical or volume of a publication	Publishing place and house or web link
Compulsory reading				
R.Rotomskis, S.Bagdonas, J.Valančiūnaitė	2007	Biofotonika		VU leidykla, Vilnius, p.165.
Bernard Valeur, Mário Nuno Berberan-Santos	2012	Molecular Fluorescence / Principles and Applications	2nd ed.	Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany
Optional reading				
ed. V.V.Tuchin	2016	Handbook of Optical biomedical diagnostics	2nd ed.	SPIE Press, Washington
ed. B.Valeur, J.-C.Brochon	2001	New Trends in Fluorescence Spectroscopy		Springer, Berlin, ISBN-13: 978- 3540677796
Paras P.Prasad	2003	Introduction to Biophotonics		Wiley-Interscience, Hoboken, New Jersey. ISBN: 9780471287704
ed. Kevin K.Tsia	2015	Understanding Biophotonics / Fundamentals, Advances, and Applications		CRC Press Taylor & Francis Group, ISBN-13: 978-981-4411-78-3



STUDIJŲ DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
Biofotonika	

Anotacija
Išklausęs kursą studentas įgytų žinių apie šviesos sugerties dėsnius ir energinius virsmus biologinėse molekulėse, biomolekulių luminescenciją ir jos pritaikymą biologinių sistemų tyrimuose; gebėtų parinkti optimalius optinius metodus biologinių sistemų tyrimams, analizuoti sugerties ir fluorescencijos spektroskopijos duomenis.

Dėstytojas(-ai)	Padalinys (-iai)
Koordinuojantis: prof. dr. Saulius Bagdonas Kitas (-i):	Fizikos fakultetas, Lazerinių tyrimų centras

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) tipas
Dieninės studijos (2-a pakopa)	Privalomas

Įgyvendinimo forma	Vykdyto laikotarpis	Vykdyto kalba (-os)
Paskaitos, seminarai	1 semestras	Lietuvių, anglų

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai: nėra	Gretutiniai reikalavimai (jei yra):

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	140	48	92

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos
Dalyku siekami lavinti gebėjimai: <i>Specialieji gebėjimai:</i> <ul style="list-style-type: none">• Gebėjimas paaiškinti optinės spektroskopijos metodų taikymo biologinių sistemų tyrimuose principus.• Gebėjimas kurti gamtos mokslais pagrįstus tyrimų projektus, kritiškai vertinti duomenis ir pristatyti tyrimų rezultatus žodžiu bei raštu. <i>Bendrieji gebėjimai:</i> <ul style="list-style-type: none">• Gebėjimas dirbti grupėje su įvairių parengtų turinčiais kolegomis bei imtis iniciatyvos.

Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
<ul style="list-style-type: none">• Supras ir gebės paaiškinti optinės spektroskopijos metodų principus bei jų taikymą biologinių sistemų tyrimuose.	Paskaitos, vadovėlių skaitymas	Egzaminas, atviri testai raštu
<ul style="list-style-type: none">• Gebės planuoti ir parengti eksperimentus, pasirinkti tinkamus metodus tyrimams atlikti.	Paskaitos, vadovėlių skaitymas, konsultacijos, mokslinių straipsnių skaitymas	Egzaminas, atviri testai raštu
<ul style="list-style-type: none">• Gebėjimas efektyviai atlikti užduotis dirbant grupėje, rinkti, sisteminti ir pateikti informaciją.	Vadovėlių ir mokslinių straipsnių skaitymas, seminarai	Žodinis pranešimas

Temos	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiškų studijų laikas ir užduotys
-------	----------------------------	---

	Paskaitos	Konsultacijos	Seminarai	Pratybos	Laboratoriniai darbai	Praktika	Visas kontaktinis darbas	Savarankiškas darbas	Užduotys
1. Įvadas. Šviesos charakteristikos. Elektroniniai šuoliai molekulėse. Monochromatinės šviesos sugertis.	2		1				3	6	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių skaitymas
2. Kiekybinė ir kokybinė spektrofotometrinė analizė. Skirtuminė spektrofotometrija. Spektrų iškraipymai biologiniuose objektuose. Daugkartinis atspindys. Sklaida. Rėčio efektas. Biomolekulių struktūros ir jų aplinkos įtaka sugerties spektrams.	3		2				5	8	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių skaitymas
3. Biologinių sistemų fotoluminescencija. Liuminescencinė analizė. Liuminescencijos žadinimo spektrai. Liuminescencijos ekranavimo reiškinys. Liuminescencijos reabsorbcija.	3		1				4	8	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių skaitymas
4. Molekulių sužadintos būsenos gyvavimo trukmė. Fluorescencijos kvantinio našumo ir sužadintų molekulių gyvavimo trukmės ryšys.	2		1				3	6	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių skaitymas
5. Sužadintos būsenos molekulių savybių pokyčiai. Kompleksai, sąlygoti krūvio pernašos. Dimerų ir eksimerų susidarymas, jų fluorescencija. Pirminių fotoproduktų tyrimo metodai.	2		1				3	6	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių skaitymas
6. Statinis ir dinaminis fluorescencijos gesinimas. Šterno-Folmerio (Stern-Volmer) lygtis.	2		1				3	6	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių skaitymas
7. Molekulės dipolinis momentas. Biologiškai aktyvių molekulių struktūros ir spektrų sąryšis. Fotoselektyvumo reiškinys.	2		1				3	6	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių skaitymas
8. Elektroninio sužadimo energijos pernaša. Energijos pernašos reiškinys. Förster'io rezonansinė energijos pernaša. Atstumo tarp molekulių, baltyminių globulių vertinimas iš energijos pernašos. Pakaitinė rezonansinė energijos pernaša.	3		1				4	6	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių skaitymas
9. Bandinio fluorescencijos poliarizacija ir anizotropija, jų registravimo sąlygos ir ribinės vertės bei taikymai biomolekulių tyrimuose.	2		1				3	6	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių, mokslinių straipsnių skaitymas
10. Rotacinė bandinių fluorescencijos depoliarizacija ir jos vertinimo metodai. Pereno (Perrin) sąryšis ir jo praktinis taikymas biomolekulių sąveikoms tirti. Weber'io raudonojo krašto efektas.	2		1				3	6	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių, mokslinių straipsnių skaitymas
11. Polinio tirpiklio poveikis fluorescencijos laikiniams ir spektriniams parametrams.	2		1				3	6	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių skaitymas
12. Spalvotai fluorescuojantys baltymai, jų svarbiausios spektrinės charakteristikos, išskirtinės savybės ir pritaikymo biosistemų tyrimuose pavyzdžiai. Bioluminescencija.	2		1				3	8	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių, mokslinių straipsnių skaitymas
13. Fluorescencinių žymeklių pasirinkimo kriterijai, kūrimo būdai ir matuojami bandinių parametrai. Biomolekuliniai biomembranų zondai ir jų taikymo principai.	3		2				5	8	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių, mokslinių straipsnių skaitymas
14. Pavienių molekulių fluorescencijos fliuktuacijų spektroskopijos principai ir taikymas biosistemų parametru tyrimuose.	2		1				3	6	Paskaitų medžiagos ir vadovėlių, mokslinių straipsnių skaitymas

Viso:	32	16	48	92
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai
Žodinis pranešimas	20	Per semestrą	50 proc. - už išsamų tematikos atskleidimą, 25 proc. - už temos analizės kokybę, 25 proc. - už pristatymo kokybę
Testas raštu	20	Po 1-4 temų	10 atvirų klausimų, pilnas teisingas atsakymas – 2 tšk., nepilnas atsakymas – 1 tšk., neteisingas atsakymas – 0 tšk.
Testas raštu	20	Po 5-8 temų	10 atvirų klausimų, pilnas teisingas atsakymas – 2 tšk., nepilnas atsakymas – 1 tšk., neteisingas atsakymas – 0 tšk.
Testas raštu	20	Po 9-11 temų	10 atvirų klausimų, pilnas teisingas atsakymas – 2 tšk., nepilnas atsakymas – 1 tšk., neteisingas atsakymas – 0 tšk.
Galutinis egzaminas	20	Išklausius dalyką	10 atvirų klausimų ir probleminių užduočių. Išsamus atsakymas – 2 taškai, nepilnas atsakymas – 1 taškas, neteisingas atsakymas – 0 taškų.
Viso	100		Galutinis balas priklauso nuo sukauptų taškų. <50 % galimų taškų – neišlaikyta (nepakankamai) 50-55 % – 5 (silpnai) 56-60 % – 6 (pakankamai) 61-70 % – 7 (vidutiniškai) 71-80 % – 8 (gerai) 81-90 % – 9 (labai gerai) >90 % – 10 (puikiai)

Autorius (-iai)	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinis leidinio numeris ar tomas	Leidimo vieta ir leidykla arba tinklalapio nuoroda
Privaloma literatūra				
R.Rotomskis, S.Bagdonas, J.Valančiūnaitė	2007	Biofotonika		VU leidykla, Vilnius, p.165.
Bernard Valeur, Mário Nuno Berberan-Santos	2012	Molecular Fluorescence / Principles and Applications	2nd ed.	Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany
Papildoma literatūra				
red. V.V.Tuchin	2016	Handbook of Optical biomedical diagnostics	2nd ed.	SPIE Press, Washington
red. B.Valeur, J.-C.Brochon	2001	New Trends in Fluorescence Spectroscopy		Springer, Berlin, ISBN-13: 978-3540677796
Paras P.Prasad	2003	Introduction to Biophotonics		Wiley-Interscience, Hoboken, New Jersey. ISBN: 9780471287704
red. Kevin K.Tsia	2015	Understanding Biophotonics / Fundamentals, Advances, and Applications		CRC Press Taylor & Francis Group, ISBN-13: 978-981-4411-78-3