



STUDIJŲ DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
Kinetinė ir lazerinė spektroskopija	

Anotacija
Dalykas nagrinėja labai sparčius molekulių elektroninių sužadintų būsenų relaksacijos procesus, lemiančius daugelio gamtos ir technikos fotovyksmų vyraujančius energijos mainų mechanizmus. Nagrinėjami pagrindiniai kinetinės spektroskopijos eksperimentiniai metodai ir jų laiko skyrą bei santykį signalas-triukšmas ribojantys veiksniai. Supažindinama su pirminiais fizikiniais fotosintezės vyksmais, krūvininkų relaksacijos kietuosiuose kūnuose mechanizmais, fizikiniais regos mechanizmais. Ugdomi eksperimentinio darbo įgūdžiai lazerinės spektroskopijos srityje.

Dėstytojas (-ai)	Padalinys (-iai)
Koordinuojantis: prof. Mikas Vengris	VU FF LTC
Kitas (-i): Arūnas Čiburys	

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) tipas
2	Privalomasis

Igyvendinimo forma	Vykdymo laikotarpis	Vykdymo kalba (-os)
Auditorinė	2 semestras (pavasario)	Lietuvių, anglų

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai: Studentas turi būti išklausęs optikos, lazerių fizikos kursus.	Gretutiniai reikalavimai (jei yra):

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	140	64	76

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos
Kinetinės ir lazerinės spektroskopijos dalykas skirtas ugdyti šias kompetencijas: • vykdyti eksperimentinius ir fundamentaliuosius tyrimus mokslo institucijose; • generuoti naujas idėjas ir kurti naujus, konkurencingus produktus; • savarankiškai atlikti mokslo tiriamuosius darbus; • žinoti šiuolaikinių lazerių ir jų komponentų, ypač įvairių kietojo kūno lazerių ir parametrinių šviesos stiprintuvų, turinčių didžiausias vystymo ir komercializavimo galimybes Lietuvoje, veikimo principus ir konstrukcines ypatybes ir gebėti šias žinias taikyti kuriant naujus pasaulinėje rinkoje konkurencingus lazerių produktus; • žinoti tiesinius, netiesinius ir kvantinius šviesos reiškinius bei jų pagrindu veikiančių prietaisų konstrukcinius ypatumus ir gebėti juos taikyti kuriant naujus ir inovatyvius lazerinius įrenginius ar vykdant fundamentinius mokslinius tyrimus; • žinoti įvairių lazerių ir lazerinių sistemų taikymų principus ir galimybes lazeriniam medžiagų apdirbimui, spektroskopijai ir optiniam ryšiui ir gebėti šias žinias kūrybiškai taikyti įvairiose profesinės veiklos situacijose; • gerai suprasti pasaulinėje rinkoje siūlomų lazerių, optinių detektavimo įrenginių ir optinių komponentų nomenklatūrą, jų techninius parametrus, jų galimybių ribas ir panaudojimo sritis; gebės technine anglų kalba bendrauti su šios produkcijos gamintojais ir tiekėjais, ir įsigyti moksliniams tyrimams reikiamą įrangą ar komponentus;

• gebėti pateikti mokslinę medžiagą profesionalų ir ne profesionalų auditorijai; • įvaldyti bendruosius ir specialiuosius eksperimentų automatizavimo, duomenų apdorojimo ir analizės metodus, gebėti savarankiškai interpretuoti ir apibendrinti mokslinio tyrimo rezultatus platesniame kontekste. • sugebėti dirbti individualiai ir komandoje;		
Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
Supažindinti klausytojus su kinetinės lazerinės spektroskopijos problematika.	Paskaitos, literatūros skaitymas	Egzaminas
Suteikti klausytojams sistemingų žinių apie pagrindinius labai sparčiai vykstančius reiškinius ir jų tyrimo būdus.	Paskaitos, literatūros skaitymas	Egzaminas
Suteikti klausytojams eksperimentinio darbo įgūdžių lazerinės spektroskopijos srityje.	Laboratoriniai darbai	Laboratorinių darbų gynimas
Suteikti klausytojams dalyko žinių, leidžiančių geriau suprasti specialiąsias ir technines lazerinių technologijų disciplinas.	Paskaitos, literatūros skaitymas, laboratoriniai darbai	Egzaminas

Temos	Kontaktinio darbo valandos							Savarankiškų studijų laikas ir užduotys	
	Paskaitos	Konsultacijos	Seminarai	Pratybos	Laboratoriniai	Praktika	Visas kontaktinis	Savarankiškas darbas	Užduotys
Įvadas: ultraspartieji procesai gamtoje	2							2	Literatūros skaitymas
Kinetinės spektroskopijos įranga: šviesos šaltiniai ir spektrų matavimo prietaisai	6				4			12	Pasirengimas laboratoriniams darbams, eksperimentų rezultatų analizė, literatūros skaitymas
Kvantmechaninio laikinės sistemų dinamikos aprašymo pagrindai	6							10	Literatūros skaitymas
Kietųjų kūnų optinės savybės: nuostovieji spektrai ir dinaminiai reiškiniai	6							10	Literatūros skaitymas
Kinetinė fluorescencijos spektroskopija: metodai ir taikymai biologinėms sistemoms	8				4			10	Pasirengimas laboratoriniams darbams, eksperimentų rezultatų analizė, literatūros skaitymas
Kinetinė sugerties spektroskopija: metodai ir taikymai biologinėms sistemoms	8				4			12	Pasirengimas laboratoriniams darbams, eksperimentų rezultatų analizė, literatūros skaitymas
Globalinė kinetinės spektroskopijos duomenų analizė	6							10	Literatūros skaitymas
Daugiaimpulsiniai kinetinės spektroskopijos metodai	6				4			10	Pasirengimas laboratoriniams darbams, eksperimentų rezultatų analizė, literatūros skaitymas
Iš viso	48				16			76	

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai
Laboratoriniai darbai	20	Semestro metu	Turi būti atlikti ir apginti bent 3 laboratoriniai darbai. Darbai vertinami pagal eksperimentinių rezultatų kokybę, apiforminimo kokybę bei gebėjimą pateikti rezultatų interpretacijas bei atsakyti į klausimus apie eksperimentais tiriamą temą.
Egzaminas	80	Sesijos metu (birželis)	Testas iš atvirų klausimų (20 ar daugiau), apimančių paskatose nagrinėtas temas. Vertinamas pagal teisingų atsakymų skaičių.

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio Nr. ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda
Privaloma literatūra				
J.C. Diels	2006	Ultrashort Laser Pulse Phenomena		Academic Pres Inc., London
Editor: P. Hannaford	2004	Femtosecond Spectroscopy Laser		Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York
M.Vengris	2019	Time-resolved spectroscopy (lecture notes)		http://web.vu.lt/ff/m.vengris/images/TR_spectroscopy02.pdf
Editors: G. Sucha, M.E. Fermann, A. Galvanauskas	2002	Ultrafast Lasers: Technology and Applications		Marcel Dekker Inc.
Editor: C. Rulliere	2004	Femtosecond Laser Pulses: Principles and Experiments		Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York
Papildoma literatūra				
J.R.Lakowicz	2006	Principles of Fluorescence Spectroscopy		Springer Science Business Media, New York
P.Atkins, R.Friedman	2005	Molecular Quantum Mechanics		Oxford University Press, Oxford
M.Fox	2001	Optical Properties of Solids		Oxford University Press, Oxford



COURSE UNIT DESCRIPTION

Course unit title	Code
Time-resolved and laser spectroscopy	

Annotation
The course provides insights to ultrafast relaxation processes of electronically excited states which define the total energy conversion in most of natural photoinduced processes and technical devices. The main experimental methods of ultrafast spectroscopy are analyzed and the physical factors limiting the time resolution and signal-to-noise ratio are discussed. The course provides insights to most important ultrafast phenomena such as primary photosynthesis, carrier relaxation in solids, physical mechanisms of vision. Ability of experimental study of ultrafast processes is developed.

Lecturer(s)	Department, Faculty
Coordinating: prof. Mikas Vengris Other: Arūnas Čiburys	Vilnius university, Faculty of Physics, Laser Research Center

Study cycle	Type of the course unit
2	Compulsory

Mode of delivery	Semester or period when it is delivered	Language of instruction
Face-to-face	Second semester (spring)	Lithuanian, English

Requisites	
Prerequisites: Optics, Laser physics	Co-requisites (if relevant):

Number of ECTS credits allocated	Student's workload (total)	Contact hours	Individual work
6	140	64	76

Purpose of the course unit: programme competences to be developed
Time-resolved and laser spectroscopy course contributes to the following programme competences: • ability to perform experimental and fundamental research; • ability to generate new ideas and develop new competitive products; • ability to independently perform research work; • knowledge of operation principles and design aspects of modern lasers and their components, especially solid-state lasers and optical parametric amplifiers with the highest potential of development and commercialization in Lithuania; ability of applying this knowledge in the development of new laser products competitive in global markets; • Understanding of linear, nonlinear and quantum optical phenomena, and the design aspects of devices employing such phenomena; ability of applying this understanding in fundamental scientific research and the design of new and innovative laser devices. • Understanding of applications of different lasers in laser material processing, spectroscopy and optical communications, and ability to creatively apply such knowledge in different situations arising in professional activities. • Good understanding of globally available portfolio of lasers, optical measurement instruments and optical components, their specifications, areas and limits of application; ability of communication in technical English with the manufacturers and suppliers of this equipment; ability of acquiring suitable equipment and components for research tasks.

• Ability of presenting scientific material to professionals and wider audience. • Skills in general and specialized experiment automation, data processing and analysis tasks; ability to independently interpret and generalize the results of scientific research in wider context. • Ability of working individually or in team.		
Learning outcomes of the course unit	Teaching and learning methods	Assessment methods
Understand the basic issues of ultrafast phenomena in molecules and solid state	Lectures, reading literature	Exam
Acquire systematic knowledge of most important ultrafast photoprocesses and ability to choose and apply appropriate experimental techniques	Lectures, reading literature	Exam
Ability to perform time-resolved experiments	Lab work	Presentation of experimental results and their analysis
Better ability of further learning of special disciplines in laser technological applications	Lectures, reading literature	Exam

Course content: breakdown of the topics	Contact hours							Individual work: time and assignments	
	Lectures	Tutorials	Seminars	Workshops	Laboratory work	Internship/work	Contact hours,	Individual work	Assignments
Introduction: ultrafast phenomena in nature	2							2	Reading literature
Equipment for time-resolved spectroscopy: light sources, spectral devices and detectors.	6				4			12	Preparation for lab works, analysis of experimental data, reading literature
Quantum mechanical principles of describing time evolution in microscopic systems	6							10	Reading literature
Optical properties of solid state media: steady state and dynamical aspects	6							10	Reading literature
Time-resolved fluorescence spectroscopy: methods and biological applications.	8				4			10	Preparation for lab works, analysis of experimental data, reading literature
Time-resolved absorption spectroscopy: methods and biological applications	8				4			12	Preparation for lab works, analysis of experimental data, reading literature
Global analysis of time-resolved data	6							10	Reading literature
Multi-pulse methods of time-resolved spectroscopy.	6				4			10	Preparation for lab works, analysis of experimental data, reading literature
	48				16			76	

Assessment strategy	Weight %	Deadline	Assessment criteria
Lab	20	During semester	At least three experimental assignments must be completed. The results are evaluated by the quality of collected data, presentation and ability to interpret the results and answer the questions about the topic investigated by the experiments.
Exam	80	Exam session (June)	Test consisting of open questions (20 or more) covering the topics presented during lectures. Evaluation by the number of correct answers.

Author	Publishing year	Title	Issue of a periodical or volume of a publication; pages	Publishing house or internet site
Required reading				
J.C. Diels	2006	Ultrashort Laser Pulse Phenomena		Academic Pres Inc., London
Editor: P. Hannaford	2004	Femtosecond Laser Spectroscopy		Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York
M.Vengris	2019	Time-resolved spectroscopy (lecture notes)		http://web.vu.lt/ff/m.vengris/images/TR_spectroscopy02.pdf
Editors: G. Sucha, M.E. Fermann, A. Galvanauskas	2002	Ultrafast Lasers: Technology and Applications		Marcel Dekker Inc.
Editor: C. Rulliere	2004	Femtosecond Laser Pulses: Principles and Experiments		Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York
Recommended reading				
J.R.Lakowicz	2006	Principles of Fluorescence Spectroscopy		Springer Science Business Media, New York
P.Atkins, R.Friedman	2005	Molecular Quantum Mechanics		Oxford University Press, Oxford
M.Fox	2001	Optical Properties of Solids		Oxford University Press, Oxford