

Modulkatalog Master of Science

628 Photonics

PO-Version 2013

FRIEDRICH-SCHILLER-
UNIVERSITÄT
JENA

Inhaltsverzeichnis

PAFMF002	Theorie der Elektronenstruktur	4
PAFMF003	Solid State Optics	5
PAFMF009	Optoelektronik	6
PAFMF018	Quanteninformationstheorie	7
PAFMF021	Zweidimensionale Materialien	9
PAFMO001	Fundamentals of Modern Optics	10
PAFMO002	Structure of Matter	12
PAFMO004	Laser Physics	13
PAFMO005	Optical Metrology and Sensing	14
PAFMO006	Introduction to Optical Modeling	15
PAFMO007	Experimental Optics	17
PAFMO008	Internship	18
PAFMO009	Research Lab	19
PAFMO100	Beschleunigerbasierte moderne Physik	20
PAFMO101	Active Photonic Devices	21
PAFMO102	Analytical Instrumentations	22
PAFMO103	Applied Laser Technology I	24
PAFMO104	Applied Laser Technology II	26
PAFMO106	Atomic Physics at High Field Strengths	27
PAFMO107	Attosecond Laser Physics	29
PAFMO120	Biomedical Imaging - Ionizing Radiation	30
PAFMO121	Biomedical Imaging - Non Ionizing Radiation	32
PAFMO122	Biophotonics	34
PAFMO130	Computational Photonics	36
PAFMO131	Fundamental Atomic and Nuclear Processes in Highly Ionized Matter	37
PAFMO132	Design and Correction of Optical Systems	39
PAFMO140	Diffraction Optics	40
PAFMO150	Erneuerbare Energien	41
PAFMO151	Experimental Nonlinear Optics	42
PAFMO160	Fiber Optics	43
PAFMO170	High-Intensity/Relativistic Optics	44

PAFMO171	Geschichte der Optik	45
PAFMO180	Image Processing	46
PAFMO181	Image Processing in Microscopy	47
PAFMO182	Imaging and Aberration Theory	49
PAFMO183	Introduction to Nanooptics	50
PAFMO200	Laser Driven Radiation Sources	52
PAFMO201	Laser Engineering	53
PAFMO203	Lens Design I	55
PAFMO204	Lens Design II	56
PAFMO205	Light Microscopy	57
PAFMO206	Light Source Modeling	58
PAFMO220	Micro/Nanotechnology	60
PAFMO221	Microscopy	61
PAFMO222	Moderne Methoden der Spektroskopie	62
PAFMO230	Nano Engineering	63
PAFMO231	Nonlinear Dynamics in Optical Systems	65
PAFMO242	Optics for Spectroscopists: Optical Waves in Solids	66
PAFMO250	Particles in Strong Electromagnetic Fields	67
PAFMO251	Physical Optics Design	69
PAFMO252	Physical Optics Modeling	71
PAFMO253	Physics of Free-Electron Laser	73
PAFMO254	Physics of Ultrafast Optical Discharge and Filamentation	74
PAFMO255	Plasma Physics	75
PAFMO256	Photovoltaik	77
PAFMO257	Physical Optics	78
PAFMO260	Quantum Optics	80
PAFMO265	Semiconductor Nanomaterials	82
PAFMO266	Strong-Field Laser Physics	84
PAFMO270	Theory of Nonlinear Optics	85
PAFMO271	Thin Film Optics	86
PAFMO272	Terahertz Technology	88
PAFMO280	Ultrafast Optics	90
PAFMO290	XUV and X-Ray Optics	92
PAFMO901	Topics of Current Research I	93
PAFMO902	Topics of Current Research II	94
PAFMO903	Topics of Current Research III	95
PAFMO904	Topics of Current Research IV	96
PAFMO099	Masterarbeit Photonics	97
	Abkürzungen	99

Hinweis : Hinweis: Prüfungen, den Prüfungen zugeordnete Lehrveranstaltungen sowie Prüfungstermine können in Friedolin unter dem Menüpunkt "Modulkataloge" eingesehen werden. Nach Login wählen Sie dazu bitte Abschluss, Studiengang und Modul. Unmittelbar eingearbeitete Änderungen werden dort zeitnah dargestellt.

Modul PAFMF002 Theorie der Elektronenstruktur	
Modulcode	PAFMF002
Modultitel (deutsch)	Theorie der Elektronenstruktur
Modultitel (englisch)	Electronic Structure Theory
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. S. Botti
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Festkörperphysik/Materialwissenschaft“
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 3 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	75 h
- Selbststudium	45 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Introduction to the many-body problem; • Wavefunction-based approaches for electronic structure; • Density functional theory; • Electronic excitations: beyond density functional theory.
Lern- und Qualifikationsziele	Electronic structure theory is a successful and ever-growing field, shared by theoretical physics and theoretical chemistry, that takes advantage from the increasing availability of high-performance computers. Starting only from the knowledge of the types of atoms that constitute a material (molecule, solid, nanostructure,...) we will learn how to determine without further experimental input, i.e. using only the laws of quantum physics, its structural and electronic properties. The lecture will initiate the students to the state-of-the-art theoretical and computational approaches used for electronic structure calculations. In the practical classes the students will learn through tutorials to use different software for electronic structure simulations. During the last month they will realize a small independent scientific project.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Mündliche Prüfung (100%)
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMF003 Solid State Optics	
Modulcode	PAFMF003
Modultitel (deutsch)	Solid State Optics
Modultitel (englisch)	Solid State Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Schmidt
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Festkörperphysik/ Materialwissenschaft“ und „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	2 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	8 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	240 h
- Präsenzstunden	90 h
- Selbststudium	150 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Electronic, dielectric, and optical properties of solids; • Mueller matrix polarimetry; • Electrooptics and magnetooptics; • Photodetectors and optical systems; • Quantum optics and quantum technologies.
Lern- und Qualifikationsziele	The course covers basic and advanced topics of solid state optics, with a special focus on the relation between electronic and optical properties. An effort is made to treat electro- and magneto optical effects and quantum optical effects as rigorous as possible through the Mueller matrix approach and through quantum mechanical approaches, respectively.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Modulprüfung schriftlich Sommersemester (50%) Modulprüfung schriftlich Wintersemester (50%)
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMF009 Optoelektronik	
Modulcode	PAFMF009
Modultitel (deutsch)	Optoelektronik
Modultitel (englisch)	Optoelectronics
Modul-Verantwortliche/r	Apl. Prof. Dr. F. Schmidl
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul im Studiengang M.Sc. Physik in der Vertiefung „Festkörperphysik/Materialwissenschaft“ und „Optik“ Wahlpflichtmodul im Studiengang M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Semiconductors • Optoelectronic devices • Photodiodes • Light emitting diodes • Semiconductor optical amplifier
Lern- und Qualifikationsziele	In this course the student will learn the fundamentals of semiconductor optical devices such as photodiodes, solar cells, LEDs, laser diodes and semiconductor optical amplifiers.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur (100%)
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMF018 Quanteninformationstheorie	
Modulcode	PAFMF018
Modultitel (deutsch)	Quanteninformationstheorie
Modultitel (englisch)	Quantum Information Theory
Modul-Verantwortliche/r	PD Dr. W. Krech
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul im Studiengang M.Sc. Physik in der Vertiefung „Festkörperphysik/Materialwissenschaft“ und „Gravitations und Quantentheorie“ Wahlpflichtmodul im Studiengang B.Sc. Physik
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	unregelmäßig, siehe gegebenenfalls zusätzliche Informationen
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	Vorlesungen Drs. Eilenberger, Steinlechner • Basic introduction to quantum optics; • Quantum light sources; • Encoding, • transmission and detection of information with quantum light; • Quantum communication and cryptography; • Quantum communication networks; • Outlook on Quantum metrology and Quantum imaging; Vorlesungen PD Krech • Qubit • Quantenentropie der Information • Quanten-Datenkompression • Verborgene Quanteninformation/Nichtlokalität • Bellsche Ungleichungen • Entanglement

Lern- und Qualifikationsziele	The course will give a basic introduction into the usage of quantum states of light for the exchange of information. It will introduce contemporary methods for the generation of quantum light and schemes that leverage these states for the exchange of information, ranging from fundamental concepts and experiments to state of the art implementations for secure communication networks. The course will also give an outlook to aspects of Quantum metrology and imaging. After active participation in the course, the students will be familiar with the basic concepts and phenomena of quantum information exchange and some aspects related to the practical implementation thereof. They will be able to apply their knowledge in the assessment and setup of experiments and devices for applications of quantum information processing. • Vermittlung grundlegender Kenntnisse zur Übertragung und • Verarbeitung von Information mit Hilfe von Quantensystemen als Informationsträger • Informationstheoretische Beherrschung der Verschränktheit von Quantensystemen
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung der Übungsaufgaben (Umfang wird zu Beginn des Moduls bekanntgegeben).
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur oder mündliche Prüfung oder Vortrag (100%) Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Empfohlene Literatur	• Grynberg / Aspect / Fabre "Introduction to Quantum Optics"; • Boyd "Nonlinear Optics"; Kok / Lovett "Introduction to Optical Quantum Information Processing"; • Leuchs "Lectures on Quantum Information"; Sergienko "Quantum Communications and Cryptography"; • Ou / Jeff "Multi-Photon Quantum Interference";
Unterrichtssprache	Englisch (Drs. Steinlechner, Eilenberger) Deutsch (PD Krech)

Modul PAFMF021 Zweidimensionale Materialien	
Modulcode	PAFMF021
Modultitel (deutsch)	Zweidimensionale Materialien
Modultitel (englisch)	2D materials
Modul-Verantwortliche/r	Jun.-Prof. Giancarlo Soavi
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Required elective module M.Sc Physics focus Solid-state physics Required elective module M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• Graphene: electrical and optical properties. Applications in electronic and optoelectronic. • Semiconducting 2D materials: Coulomb screening and the concept of excitons. Optical spectroscopy of excitons. Optoelectronic applications. • Heterostructures: electron and exciton interactions in layered heterostructures
Lern- und Qualifikationsziele	• Mastering the basics and methods of two-dimensional materials • Ability to work independently on problems in the field of two-dimensional materials
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Empfohlene Literatur	M. I. Katsnelsons, Graphene Carbon in Two Dimensions C. F. Klingshirn, Semiconductor Optics Additional references (journal articles) will be provided during the course
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO001 Fundamentals of Modern Optics	
Modulcode	PAFMO001
Modultitel (deutsch)	Fundamentals of Modern Optics
Modultitel (englisch)	Fundamentals of Modern Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Pertsch
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	None
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Compulsory Module
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Lecture: 4 h per week Exercise: 2 h per week
Leistungspunkte (ECTS credits)	8 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	240 h
- Präsenzstunden	90 h
- Selbststudium	150 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	- Basic concepts of wave optics - Dielectric function to describe light-matter interaction - Propagation of beams and pulses - Diffraction theory - Elements of Fourier optics - Polarization of light - Light in structured media - Optics in crystals
Lern- und Qualifikationsziele	The course covers the fundamentals of modern optics which are necessary for the understanding of optical phenomena in modern science and technology. The students will acquire a thorough knowledge of the most important concepts of modern optics. At the same time the importance and beauty of optics in nature and in technology will be taught. This will enable students to follow more specialized courses in photonics.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Course exercises to be submitted; further information on the kind and scope will be given at the beginning of each semester.

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Written examination (100%)
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	• B.E.A. Saleh and M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics," Wiley (2007). • H. Lipson, D.S. Tannhauser, S.G. Lipson, "Optical Physics," Cambridge (2010). • E. Hecht and A. Zajac, "Optics," Addison-Wesley Longman (2003). • F.L. Pedrotti, L.S. Pedrotti, L.M. Pedrotti, "Introduction to Optics," Pearson (2006). • G. Brooker, "Modern Classical Optics," Oxford (2002).
Unterrichtssprache	English

Modul PAFMO002 Structure of Matter	
Modulcode	PAFMO002
Modultitel (deutsch)	Structure of Matter
Modultitel (englisch)	Structure of Matter
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. A. Tünnermann, Dr. O. Stenzel
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	None
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Compulsory Module M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Lecture: 4 h per week Exercise: 2 h per week
Leistungspunkte (ECTS credits)	8 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	240 h
- Präsenzstunden	90 h
- Selbststudium	150 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Classical interaction of light with matter • Basic knowledge on quantum mechanics • Einstein coefficients and Plancks formula • Selection rules • Hydrogen atom and helium atom • Introduction to molecular spectroscopy • Dielectric function and linear optical constants • Kramers-Kronig-Relations • Linear optical properties of crystalline and amorphous solids • Basic nonlinear optical effects
Lern- und Qualifikationsziele	The course is an introduction to the principles of the optical response of materials.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Written examination (100%)
Empfohlene Literatur	• Demtröder, "Experimental physics II" • Demtröder, "Experimental physics III – atoms, molecules and solids" • R. Feynman, "Feynman lectures on physics III quantum mechanics" • Jackson, "Classical Electrodynamics" • E. Hecht, "Optics"
Unterrichtssprache	English

Modul PAFMO004 Laser Physics	
Modulcode	PAFMO004
Modultitel (deutsch)	Laser Physics
Modultitel (englisch)	Laser Physics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. J. Limpert, Prof. Dr. S. Nolte
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	None
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Required elective Module M.Sc. Physics focus „Optics” Compulsory Module M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Lecture: 4 h per week Exercise: 2 h per week
Leistungspunkte (ECTS credits)	8 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	240 h 90 h 150 h
Inhalte	• Introduction to laser physics (stimulated emission, atomic rate equations, laser pumping and population inversion); • Optical beams and laser resonators; • Laser dynamics; • Q-switching; • Mode locking; • Wavelength tuning and single frequency operation; • Laser systems; • Selected industrial and scientific applications.
Lern- und Qualifikationsziele	This course provides an introduction to the basic ideas of laser physics. The first part presents the fundamental equations and concepts of laser theory, while the second part is devoted to a detailed discussion of selected laser applications. The students are introduced to the different types of lasers including classical gas or ruby lasers as well as modern high-power diode pumped solid-state concepts and their applications.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Written examination (100%)
Empfohlene Literatur	• Siegman, Lasers; • W. Koechner, Solid-State Laser Engineering; • W. Demtröder, Laser Spectroscopy; • D. Bäuerle, Laser Processing and Chemistry; • H.-G. Rubahn, Laser Applications in Surface Science and Technology.
Unterrichtssprache	English

Modul PAFMO005 Optical Metrology and Sensing	
Modulcode	PAFMO005
Modultitel (deutsch)	Optical Metrology and Sensing
Modultitel (englisch)	Optical Metrology and Sensing
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Herbert Gross
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	None
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Compulsory Module M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Lecture: 2 h per week Exercise: 1 h per week
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Basic principles • Wave optical fundamentals • Sensors • Fringe projection, triangulation • Interferometry and wave front sensing • Holography • Speckle methods and OCT • Phase retrieval • Metrology of aspheres and freeform surfaces • Confocal methods
Lern- und Qualifikationsziele	This course covers the main principles of optical measurements and surface metrology.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Written examination (100%)
Unterrichtssprache	English

Modul PAFMO006 Introduction to Optical Modeling	
Modulcode	PAFMO006
Modultitel (deutsch)	Introduction to Optical Modeling
Modultitel (englisch)	Introduction to Optical Modeling
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. F. Wyrowski, apl. Prof. Dr. U. W. Zeitner
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	None
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Required elective Module M.Sc. Physics focus „Optics” Compulsory Module M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Lecture: 2 h per week Exercise: 1 h per week
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Concepts of ray tracing; • Modeling and design of lens systems; • Image formation; • Physical properties of lenses and lens materials in optical design; • Image aberrations and methods to avoid them; • Vectorial harmonic fields; • Plane waves; • Fourier transformation and spectrum of plane waves representation; • Concepts of field tracing; • Propagation techniques through homogeneous and isotropic media; • Numerical properties of propagation techniques.
Lern- und Qualifikationsziele	The course aims to show how linear optics is applied for modeling and design of optical elements and systems. In the first part of the lecture we focus on ray-tracing techniques and its application through image formation. Then we combine the concepts with physical optics and obtain field tracing. It enables the propagation of vectorial harmonic fields through optical systems. In practical exercises the students will get an introduction to the use of commercial optics modeling and design software.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Written examination (100%)

Empfohlene Literatur	• H. Gross, Handbook of Optical Systems Vol.1: Fundamentals of Technical Optics, Wiley-VCH; • L. Mandel and E. Wolf, Optical Coherence and Quantum Optics; • L. Novotny and B. Hecht, Principles of Nano-Optics.
Unterrichtssprache	English

Modul PAFMO007 Experimental Optics	
Modulcode	PAFMO007
Modultitel (deutsch)	Experimental Optics
Modultitel (englisch)	Experimental Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Stefan Nolte
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	None
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Compulsory Module M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Practical course
Leistungspunkte (ECTS credits)	6 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	180 h - h - h
Inhalte	Practical training in optics. Topics cover a broad range, including refraction, optical lenses, interferometry, laser fundamentals, spectroscopy, optical tweezers, adaptive optics, etc.
Lern- und Qualifikationsziele	• Introduction to experimental techniques in optics. • Planning and preparation of a scientific measuring task. • Carrying out scientific labwork in optics together with a research team. • Preparation of a scientific report.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Lab Work mark (100%) Consists of acceptance tests and written reports
Empfohlene Literatur	prepared electronic material describing the different labs which can be downloaded from www.asp.uni-jena.de/optics_labs
Unterrichtssprache	English

Modul PAFMO008 Internship	
Modulcode	PAFMO008
Modultitel (deutsch)	Internship
Modultitel (englisch)	Internship
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Stefan Nolte
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Completion of the practical Module Experimental Optics
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Practical Module Experimental Optics
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Compulsory Module M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Practical course 300 h depending on the topic this total workload should be distributed approximately as: • 50 h introduction to the research topic (study of relevant literature, ...) • 190 h research work (in the lab for experimental topics and at computer etc. for theoretical topics) • 50 h preparation of the final report • 10 h preparation and carrying out presentation of the results
Leistungspunkte (ECTS credits)	10 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	300 h
- Präsenzstunden	- h
- Selbststudium	- h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	Internship in industry or a research laboratory
Lern- und Qualifikationsziele	• Carrying out scientific labwork in optics together with a research team. • Preparation of a written scientific report. • Presentation and defense of the results in an oral presentation.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Lab Work mark (100%) Consists of a written report (approximately 15-20 pages) and a final presentation (10-20 minutes) with subsequent discussion The final grade will be determined based on the research performance, the final report, and the presentation.
Empfohlene Literatur	specifically defined by the instructor of the internship
Unterrichtssprache	English

Modul PAFMO009 Research Lab	
Modulcode	PAFMO009
Modultitel (deutsch)	Research Lab
Modultitel (englisch)	Research Lab
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Pertsch
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Completion of the 2 practical Modules Experimental Optics and Internship
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Compulsory Module M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Practical course total workload: 540 h depending on the topic this total workload should be distributed approximately as: • 150 h introduction to the research topic (study of relevant literature, ...) • 270 h research work (in the lab for experimental topics and at computer etc. for theoretical topics) • 100 h preparation of the final report • 20 h preparation and carrying out presentation of the results
Leistungspunkte (ECTS credits)	18 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	540 h
- Präsenzstunden	- h
- Selbststudium	- h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	Internship in a research laboratory
Lern- und Qualifikationsziele	• Carrying out scientific labwork in optics together with a research team • Preparation of a scientific report • Presentation of the results in a written report
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Lab Work mark (100%) Consists of a written report (approximately 20-30 pages) and a final presentation (15-25 minutes) with subsequent discussion The final grade will be determined based on the research performance, the final report, and the presentation.
Empfohlene Literatur	specifically defined by the instructor of the research team
Unterrichtssprache	English

Modul PAFMO100 Beschleunigerbasierte moderne Physik	
Modulcode	PAFMO100
Modultitel (deutsch)	Beschleunigerbasierte moderne Physik
Modultitel (englisch)	Accelerator-based Modern Physics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Th. Stöhlker
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundlagen der Atomphysik, Grundlagen der Elektrodynamik
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ und "Festkörperphysik/Materialwissenschaften Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 1 SWS or Seminar: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	Basic concepts of particle accelerators, application of accelerators in basic science and medicine, landmark experiments
Lern- und Qualifikationsziele	Gaining an overview of the various applications of particle accelerators, in particular for basic science, ability to solve exercise and to prepare a presentation
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Abgabe von Übungsaufgaben oder Vortrag
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Mündliche Prüfung (100%)
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	• J. Eichler, • Vorlesungs on Ion-Atom Collisions (Elsevier Science); • W. R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments (Springer)
Unterrichtssprache	Englisch (Deutsch auf Anfrage)

Modul PAFMO101 Active Photonic Devices	
Modulcode	PAFMO101
Modultitel (deutsch)	Active Photonic Devices
Modultitel (englisch)	Active Photonic Devices
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. M. Schmidt
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Basic knowledge in electrodynamics
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 40 h 80 h
Inhalte	• Introduction; • Electro-optical modulation; • Acousto-optical devices; • Magneto-optics and optical isolation; • Integrated lasers; • Non-Linear devices for light generation;
Lern- und Qualifikationsziele	The aim of this course is to give a comprehensive overview about active photonic devices such as switches or modulators. The course starts by a crisp introduction to the most important parameters and physical principles. The lecture will then focus onto real-world devices including the areas of electro-optics, waveguides, acousto-optics, magneto-optics and non-linear optics. During this lecture we will discuss the fundamental principles as well as devices currently employed in photonics. This lecture will provide the students a base for their Master's thesis.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung (100%)
Empfohlene Literatur	• J. D. Jackson: Electrodynamics; • Yariv: Optical Electronics in Modern Communications; • Born/Wolf: Principles of Optics.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO102 Analytical Instrumentations	
Modulcode	PAFMO102
Modultitel (deutsch)	Analytical Instrumentations
Modultitel (englisch)	Analytical Instrumentations
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Adriana Szeghalmi, Prof. Dr. Andreas Tünnermann
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Atomic and molecular structure • Basics of atomic spectroscopy techniques • Molecular spectroscopy: absorption, emission, vibrational and spectroscopy and microspectroscopy, basics of magnetic resonance spectroscopy • Hardware of spectrometers/ microscopes: light sources, detectors, optics, material point of view • Current applications and relevance in material and life sciences
Lern- und Qualifikationsziele	In this course, the student will learn about analytical methods to investigate structure and composition of matter. Basic principles of atomic and molecular structure will be refreshed towards better understanding experimental analysis techniques such as spectrophotometry, ellipsometry, fluorescence, infrared, Raman, etc. spectroscopy or microscopy. The course will focus on technological aspects of the experimental setup in analytical instrumentations. Modern applications of analytical instrumentations in material and life sciences will be discussed. After successful completion, the student will know their capabilities and limitations.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.

Empfohlene Literatur	• Atkins: Physical Chemistry (partial) • Lakowicz: Principles of fluorescence spectroscopy (partial) • Selected research publications and technical notes
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO103 Applied Laser Technology I	
Modulcode	PAFMO103
Modultitel (deutsch)	Applied Laser Technology I
Modultitel (englisch)	Applied Laser Technology I
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. C. Eggeling, Prof. Dr. R. Heintzmann, Prof. Dr. H. Stafast
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Overview over laser beam applications as a contactless and remote probe (macroscopic and microscopic, cw and ultrafast, dealing with spectroscopy, metrology, sensing, and multi-dimensional microscopy) • Fundamental concepts of related physical and physico-chemical effects • Absorption and emission of light (selection rules) • Ultrafast coherent excitation and relaxation (linear and non-linear optical processes) • Light reflection and elastic/inelastic scattering
Lern- und Qualifikationsziele	• The course covers the fundamentals and concepts of the selected laser applications. • Learning to develop own solutions for challenges in laser applications
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben.) Seminarvortrag
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	mündliche Prüfung (100%)
Empfohlene Literatur	• Laser Spectroscopy, W. Demtröder, Springer • Molekülphysik und Quantenchemie, H. Haken u H. C. Wolf, Springer • Lasers in Chemistry, M. Lackner edit., Wiley-VCH 2008
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO104 Applied Laser Technology II	
Modulcode	PAFMO104
Modultitel (deutsch)	Applied Laser Technology II
Modultitel (englisch)	Applied Laser Technology II
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. C. Eggeling, Prof. Dr. R. Heintzmann, Prof. Dr. H. Stafast
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	Applied Laser Technology using the laser as a tool (microscopic and macroscopic light-materials' interactions, materials' preparation and modifications.) with the exception of classical laser materials' processing (e.g. cutting, drilling, welding, soldering)
Lern- und Qualifikationsziele	In various selected topics out of the broad field of laser applications, the students should acquire knowledge of laser-material interactions (e.g. atom cooling and optical tweezer), laser induced processes in gases, liquids, and matrices (incl. laser isotope separation), materials' preparation and structuring by ablation, deposition and/or modification.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Empfohlene Literatur	R. Paschotta, Encyclopedia of Laser Physics and Technology, Wiley-VCH
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO106 Atomic Physics at High Field Strengths	
Modulcode	PAFMO106
Modultitel (deutsch)	Atomic Physics at High Field Strengths
Modultitel (englisch)	Atomic Physics at High Field Strengths
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Th. Stöhlker
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Atomphysik und Elektrodynamik
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“, "Festkörperphysik/Materialwissenschaften" Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• Strong field effects on the atomic structure • Relativistic and QED effects on the structure of heavy ions • X-ray spectroscopy of high-Z ions • Application in x-ray astronomy • Penetration of charged particles through matter • Particle dynamics in of atoms and ions in strong laser fields • Relativistic ion-atom and ion-electron collisions • Fundamental interaction processes • Scattering, absorption and energy loss • Detection methods • Particle creation
Lern- und Qualifikationsziele	The Module provides insight into the basic techniques and concepts in physics related to extreme electromagnetic fields. Their relevance to nowadays applications will be discussed in addition. The Module also introduces the basic interaction processes of high-energy photon and particle beams with matter, including recent developments of high intensity radiation sources, such as free electron lasers and modern particle accelerators. Experimental methods and the related theoretical description will be reviewed in great detail.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben.)

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	mündliche Prüfung (100%)
Empfohlene Literatur	• J. Eichler, Lectures on Ion-Atom Collisions (Elsevier Science); • W. R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments (Springer)
Unterrichtssprache	Englisch (Deutsch auf Anfrage)

Modul PAFMO107 Attosecond Laser Physics	
Modulcode	PAFMO107
Modultitel (deutsch)	Attosecond Laser Physics
Modultitel (englisch)	Attosecond Laser Physics
Modul-Verantwortliche/r	Jun.-Prof. Dr. A. Pfeiffer
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Modul Strong-Field Laser Physics or equivalent
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• Coherent electron dynamics in atoms and molecules; • Strong field effects and ionization; • High harmonic generation and phase matching; • Techniques for attosecond pulse generation; • Transient absorption; • Attosecond quantum optics with few-level quantum models.
Lern- und Qualifikationsziele	The course gives an introduction into the young research field of attosecond physics. Electron dynamics in atoms and molecules on the attosecond time scale (which is the natural timescale for bound electrons) will be discussed, along with modern techniques for attosecond pulse generation and characterization.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Empfohlene Literatur	Zenghu Chang, Fundamentals of Attosecond Optics.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO120 Biomedical Imaging - Ionizing Radiation	
Modulcode	PAFMO120
Modultitel (deutsch)	Biomedical Imaging - Ionizing Radiation
Modultitel (englisch)	Biomedical Imaging - Ionizing Radiation
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. J. R. Reichenbach, Prof. Dr. E. Förster
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Introduction to biomedical and medical imaging systems; • Physical principles behind the design of selected imaging systems; • Technological aspects of each modality; • Spatial and temporal resolution; • Importance of each modality concerning physical, biological and clinical applications.
Lern- und Qualifikationsziele	The course introduces the physical principles, properties and technical concepts of imaging systems as they are applied today in medicine and physics. The focus is laid on the use and application of ionizing radiation, which has always been an important aspect of the application of physics to medicine. Applications and current developments will be presented. After having actively participated the students should demonstrate a critical understanding of the theoretical basis and technologies of these imaging systems and have acquired an appreciation of instrumentation and practical issues with different imaging systems. The course is independent of the course Biomedical Imaging – Non-Ionizing Radiation offered in the 2nd semester and does not require previous participation of that course.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	mündliche Prüfung (100%)

Empfohlene Literatur	• Oppelt, Imaging Systems for Medical Diagnostics: Fundamentals, Technical Solutions and Applications for Systems Applying Ionizing Radiation, Nuclear Magnetic Resonance and Ultrasound, Publicis, 2nd edition, 2006; • P. Suetens, Fundamentals of Medical Imaging, Cambridge University Press; 2nd edition, 2009; • W.R. Hendee, E.R. Ritenour, Medical Imaging Physics, Wiley-Liss, 4th edition, 2002.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO121 Biomedical Imaging - Non Ionizing Radiation	
Modulcode	PAFMO121
Modultitel (deutsch)	Biomedical Imaging - Non Ionizing Radiation
Modultitel (englisch)	Biomedical Imaging - Non Ionizing Radiation
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. J. R. Reichenbach, Prof. Dr. E. Förster
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	30 h
- Selbststudium	90 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Introduction to imaging systems; • Physical principles behind the design of selected biomedical imaging systems, including magnetic resonance imaging, ultrasound imaging; • Technological aspects of each modality; • Importance of each modality concerning physical, biological and clinical applications.
Lern- und Qualifikationsziele	The course introduces physical principles, properties and technical concepts of imaging systems as they are applied today in medicine and physics. The focus is laid on the use and application of non-ionizing radiation, as utilized, e.g., with magnetic resonance imaging or ultrasound imaging. Applications and current developments will be presented. After active participation the students should demonstrate a critical understanding of the theoretical basis and technologies of these imaging systems and have acquired an appreciation of instrumentation and practical issues with different imaging systems. The course is independent of the course Biomedical Imaging – Ionizing Radiation offered in the 3rd semester.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	mündliche Prüfung (100%)

Empfohlene Literatur	• Oppelt. Imaging Systems for Medical Diagnostics: Fundamentals, Technical Solutions and Applications for Systems Applying Ionizing Radiation, Nuclear Magnetic Resonance and Ultrasound, Publicis, 2nd edition, 2006; • J.T. Bushberg et al., The Essential Physics of Medical Imaging, Lippincott Raven, 3rd edition, 2011; • R.W. Brown, Y.-C. N. Cheng, E. M. Haacke, M.R. Thompson, R. Venkatesan, Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design, Wiley, 2nd edition, 2014.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO122 Biophotonics	
Modulcode	PAFMO122
Modultitel (deutsch)	Biophotonics
Modultitel (englisch)	Biophotonics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Rainer Heintzmann, Prof. Dr. Ralf Ehrich
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	60 h
- Selbststudium	60 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	

Inhalte	The Module provides a deep introduction into the multitude of possible linear and non-linear light biological matter interaction phenomena and thus in modern techniques and applications of frequency-, spatially-, and time-resolved bio-spectroscopy. The course presents a comprehensive overview over modern spectroscopic and optical imaging techniques inclusive specific theoretical methodologies to analyze the experimental spectroscopic data to resolve problems in life sciences. The biological part introduces to molecular and cellular properties of living organisms. It explains the basic structures and functions of prokaryotic and eukaryotic cells as well as the most important biochemical substance classes and biochemical pathways where they are involved. Furthermore, basics in microbiology, especially in antimicrobial resistant bacteria will be provided and combined with the introduction of diagnostic principles and selected infectious diseases. Examples for molecular and serological assay and test development and basic methods for diagnostics and epidemiology will be discussed. This sets the stage for biophotonic applications by showing several examples of how biophotonics can help to shed light on biologically and clinically relevant processes. The Module spans aspects of the scientific disciplines chemistry, physics, biology and medicine. The Exercises will be partly calculating examples and partly in the form a seminar talks of the students presenting current research publications. Intended learning outcomes: The aim of this course is to present modern methods in spectroscopy, microscopy, molecular biology, microbiology and imaging dedicated to biological samples. After the course the students will be able to choose and to apply appropriate spectroscopic methods and imaging technologies to resolve special biophotonics problems.
Lern- und Qualifikationsziele	The aim of this course is to present modern methods in spectroscopy, microscopy and imaging dedicated to biological samples. After the course the students will be able to choose and to apply appropriate spectroscopic methods and imaging technologies to resolve special biophotonic problems.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Empfohlene Literatur	• Paras N. Prasad, Introduction to Biophotonics • Textbooks on laser spectroscopy, e.g. Demtröder; on quantum mechanics, e.g. Atkins and on optics, e.g. Zinth/Zinth • Jerome Mertz: Introduction to Optical Microscopy, Roberts & Company Publishers, 2010 • Selected chapters of Handbook of Biophotonics (Ed. J. Popp) WILEY
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO130 Computational Photonics	
Modulcode	PAFMO130
Modultitel (deutsch)	Computational Photonics
Modultitel (englisch)	Computational Photonics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. T. Pertsch
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Introduction to the problem – Maxwell's equations and the wave equation; • Free space propagation techniques; • Beam propagation methods applied to problems in integrated optics; • Mode expansion techniques applied to stratified media; • Mode expansion techniques applied to spherical and cylindrical objects; • Multiple multipole technique; • Boundary integral method; • Finite-Difference Time-Domain method; • Finite Element Method; • Computation of the dispersion relation (band structure) of periodic media; • Mode expansion techniques applied to gratings; • Other grating techniques; • Contemporary problems in computational photonics.
Lern- und Qualifikationsziele	The course aims at an introduction to various techniques used for computer based optical simulation. Therefore, the student should learn how to solve Maxwell's equations in homogenous and inhomogeneous media rigorously as well as on different levels of approximation. The course concentrates predominantly on teaching numerical techniques that are useful in the field of micro- and nanooptics.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung (100%)
Empfohlene Literatur	Taflove and S.C. Hagness, Computational Electrodynamics
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO131 Fundamental Atomic and Nuclear Processes in Highly Ionized Matter	
Modulcode	PAFMO131
Modultitel (deutsch)	Fundamental Atomic and Nuclear Processes in Highly Ionized Matter
Modultitel (englisch)	Fundamental Atomic and Nuclear Processes in Highly Ionized Matter
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Th. Stöhlker
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Atom- und Kernphysik
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“, "Festkörperphysik/Materialwissenschaften" Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS, Exercise: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	Vorlesung 1: "X-ray spectroscopy of hot plasmas" • basic properties of atomic systems (level structure, transition rates, etc.) • atomic charge-exchange processes in plasmas, charge state distributions • creation of plasmas: facilities for stored and trapped ions • x-ray detectors and techniques for spectroscopy and polarimetry • x-ray diagnosis of plasmas in the laboratory and nature Vorlesung 2: "Nuclear matter and the formation of elements" • Properties of nuclear matter • Stability of the atomic nucleus • Nuclear models and masses of atomic nuclei • Nuclear processes related to the creation of the elements • Nuclear radiation and radiation detectors • Experimental techniques
Lern- und Qualifikationsziele	Gaining an overview of experiments addressing astrophysical topics, in particular concerning ionized matter
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben.)

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	mündliche Prüfung (100%)
Zusätzliche Informationen zum Modul	Die o.g. Vorlesungen werden wechselnd angeboten.
Unterrichtssprache	Englisch (Deutsch auf Anfrage)

Modul PAFMO132 Design and Correction of Optical Systems	
Modulcode	PAFMO132
Modultitel (deutsch)	Design and Correction of Optical Systems
Modultitel (englisch)	Design and Correction of Optical Systems
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Gross
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundkenntnisse physikalische und geometrische Optik
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• Basic technical optics; • Paraxial optics; • Imaging systems; • Aberrations; • Performance evaluation of optical systems; • Correction of optical systems; • Optical system classification; • Special system considerations.
Lern- und Qualifikationsziele	This course covers the fundamental principles of classical optical system design, the performance assessment and the correction of aberrations. In combination of geometrical optics and physical theory the students will learn the basics to understand optical systems, which can be important for experimental work.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung (100%)
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO140 Diffractive Optics	
Modulcode	PAFMO140
Modultitel (deutsch)	Diffractive Optics
Modultitel (englisch)	Diffractive Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Frank Wyrowski
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Modeling diffraction of light fields • Diffraction vs. scattering • Diffraction at gratings • Diffractive and Fresnel lens modeling and design • Modeling and design of diffractive beam splitters and diffusers • Modeling of microlens arrays • Modeling and design of cell-oriented diffractive elements • Application and modeling of Spatial Light Modulators (SLM)
Lern- und Qualifikationsziele	Diffractive optics is widely recognized as an important enabling technology in modern optics. The control of light fields by microstructured media, which is the essence of diffractive optics, opens a large number of avenues in optical research and engineering. In this lecture, the basic modeling and design principles of diffractive optics are considered. Various scenarios from different applications are investigated.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	written examination (100%)
Empfohlene Literatur	• E. Hecht and A. Zajac, Optics • M. Born and E. Wolf, Principles of Optics • J. Turunen and F. Wyrowski, Diffractive Optics for industrial and commercial applications, Akademie Verlag, 1997
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO150 Erneuerbare Energien	
Modulcode	PAFMO150
Modultitel (deutsch)	Erneuerbare Energien
Modultitel (englisch)	Renewable Energies
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. G. G. Paulus
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics Wahlpflichtmodul LA Physik
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Basics of energy supply in Germany; • Potential of renewable energies; • Principles of the energy balance of planets • Thermodynamics of the atmosphere; • Physics of wind energy systems; • Elements of solar power generation.
Lern- und Qualifikationsziele	Teaching of knowledge on the fundamentals of renewable energies. Development of skills for the independent evaluation of different types of renewable energies.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Empfohlene Literatur	• Gasch, Twele: Windkraftanlagen; • De Vos: Thermodynamics of Solar Energy Conversion.
Unterrichtssprache	Deutsch, Englisch auf Nachfrage

Modul PAFMO151 Experimental Nonlinear Optics	
Modulcode	PAFMO151
Modultitel (deutsch)	Experimental Nonlinear Optics
Modultitel (englisch)	Experimental Nonlinear Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. G. G. Paulus
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Propagation of light in crystals; • Properties of the non-linear susceptibility tensor; • Description of light propagation in non-linear media; • Parametric effects; • Second harmonic generation; • Phase-matching; • Propagation of ultrashort pulses; • High-harmonic generation; • Solitons
Lern- und Qualifikationsziele	This course gives an introduction to optics in non-linear media and discusses the main non-linear effects.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung (100%)
Empfohlene Literatur	• Boyd, Non-Linear optics; • Zernike/Midwinter, Applied non-linear optics; • Sauter, Non-Linear optics.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO160 Fiber Optics	
Modulcode	PAFMO160
Modultitel (deutsch)	Fiber Optics
Modultitel (englisch)	Fiber Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. M. Schmidt
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Properties of optical fibers; • Light propagation in optical fibers; • Technology and characterization techniques; • Special fiber types (photonic crystal fibers, hollow fibers, polarization maintaining fibers); • Fiber devices (e.g. fiber amplifiers and lasers); • Applications
Lern- und Qualifikationsziele	This course introduces properties of different types of optical fiber waveguides. Applications of optical fibers and optical sensing will be discussed.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Empfohlene Literatur	• Snyder/Love, Optical Waveguide Theory; • Okamoto, Fundamentals of Optical Waveguides.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO170 High-Intensity/Relativistic Optics	
Modulcode	PAFMO170
Modultitel (deutsch)	High-Intensity/Relativistic Optics
Modultitel (englisch)	High-Intensity/Relativistic Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. M. Kaluza
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• High-intensity laser technology; • Laser plasma physics; • Laser accelerated particles and applications.
Lern- und Qualifikationsziele	The interaction of high intensity light fields with matter is the subject of this course. The students should learn the basic ideas of high intensity laser technology and its applications.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	keine
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Empfohlene Literatur	• W. L. Kruer, The Physics of Laser Plasma Interactions, Westview press (2003), Boulder Colorado; • P. Gibbon, Short Pulse Laser Interactions with Matter, Imperial College Press (2005), London; • F. F. Chen, Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion, Vol. 1: Plasma Physics, Springer (1984).
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO171 Geschichte der Optik	
Modulcode	PAFMO171
Modultitel (deutsch)	Geschichte der Optik
Modultitel (englisch)	History of Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. C. Spielman, Dr. C. Forstner
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Seminar: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	30 h
- Selbststudium	90 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	The seminar covers the history of optics from the antiquity to the 20th century: Starting with Greek theories of vision and ending with quantum optics. A strong focus will be given on the development of concepts and experiments that influenced today's thinking about light and optics, such as wave particle dualism or the Abbe diffraction limit. An excursion to the Jena's Optical Museum is part of the seminar.
Lern- und Qualifikationsziele	In close collaboration with the supervisor, the student will work on an independent project. The students will develop the ability to evaluate critically the arguments and analytical methods of historians. They will learn developing their own interpretations based on critical assessments of primary source evidence and independent research.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Scientific Talk (100%)
Empfohlene Literatur	• David C. Lindberg, Theories of Vision from al Kindi to Kepler. Chicago: University of Chicago Press, 1976. • Olivier Darrigol, A History of Optics: From Greek Antiquity to the Nineteenth Century. Oxford: Oxford University Press, 2012. • Helge Kragh, Quantum Generations: A History of Physics of the Twentieth Century. Princeton: Princeton University Press, 1999.
Unterrichtssprache	Deutsch, Englisch

Modul PAFMO180 Image Processing	
Modulcode	PAFMO180
Modultitel (deutsch)	Image Processing
Modultitel (englisch)	Image Processing
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Joachim Denzler
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Digital image fundamentals (Image Sensing and Acquisition, Image Sampling and Quantization) • Image Enhancement in the Spatial Domain (Basic Gray Level Transformations, Histogram Processing, Spatial Filtering) • Image Enhancement in the Frequency Domain (Introduction to the Fourier-Transform and the Frequency Domain, Frequency Domain Filtering, Homomorphic Filtering) • Image Restoration (Noise Models, Inverse Filtering, Geometric Distortion) • Color Image Processing Image Segmentation (Detection of Discontinuities, Edge Linking and Boundary Detection, Thresholding, Region-Based Segmentation) • Representation and Description Applications
Lern- und Qualifikationsziele	The course covers the fundamentals of digital image processing. Based on this the students should be able to identify standard problems in image processing to develop individual solutions for given problems and to implement image processing algorithms for use in the experimental fields of modern optics.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Empfohlene Literatur	Gonzalez, Woods, Digital Image Processing, Prentice Hall, 2001
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO181 Image Processing in Microscopy	
Modulcode	PAFMO181
Modultitel (deutsch)	Image Processing in Microscopy
Modultitel (englisch)	Image Processing in Microscopy
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Rainer Heintzmann
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	All the image processing and simulations will be practiced in exercises. The student needs to be familiar with programming at a basic level and with basic concepts of image processing such as filtering and thresholding. The Image Processing lecture by Prof. Denzler in the second term forms a good basis for this course.
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	We will show different methodologies to extract specific information such as for example the average speed of diffusing particles or the locations and areas of cells from the multidimensional image data. Also fitting quantitative models to extracted data will be treated. Simulation of far-field intensity distribution by using simple Fourier-space based approaches is treated with and without considering the vectorial nature of the oscillating electro-magnetic field.
Lern- und Qualifikationsziele	Current microscopy often acquires a large amount of image data from which the biological or clinical researcher often needs to answer very specific questions. A major topic is the reconstruction of the sample from the acquired, often complex, microscopy data. To solve such inverse problems, a good model of the data acquisition process is required, ranging from assumptions about the sample (e.g. a positive concentration of molecules per voxel), assumptions about the imaging process (e.g. the existence of an incoherent spatially invariant point spread function) to modeling the noise characteristics of the detection process (e.g. read noise and photon noise).
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.

Unterrichtssprache	Englisch, Deutsch auf Nachfrage
--------------------	---------------------------------

Modul PAFMO182 Imaging and Aberration Theory	
Modulcode	PAFMO182
Modultitel (deutsch)	Imaging and Aberration Theory
Modultitel (englisch)	Imaging and Aberration Theory
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Gross
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Basic knowledge in geometrical and physical optics.
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• Paraxial imaging; • Basics of optical systems; • Eikonal theory; • Geometrical aberrations, representations, expansion; • Detailed discussion of primary aberrations; • Sine condition, isoplanatism, afocal cases; • Wave aberrations and Zernike representation; • Miscellaneous aspects of aberration theory.
Lern- und Qualifikationsziele	This course covers the fundamental principles of classical optical imaging and aberration theory of optical systems.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung (100%)
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO183 Introduction to Nanooptics	
Modulcode	PAFMO183
Modultitel (deutsch)	Introduction to Nanooptics
Modultitel (englisch)	Introduction to Nanooptics
Modul-Verantwortliche/r	Jun.-Prof. Dr. I. Staude, Prof. Dr. T. Pertsch
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Fundamental knowledge on modern optics and condensed matter physics
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Surface-plasmon-polaritons; • Plasmonics; • Photonic crystals; • Fabrication and optical characterization of nanostructures; • Photonic nanomaterials / metamaterials / metasurfaces; • Optical nanoemitters; • Optical nanoantennas.
Lern- und Qualifikationsziele	The course provides an introduction to the broad research field of nanooptics. The students will learn about different concepts which are applied to control the emission, propagation, and absorption of light at subwavelength spatial dimensions. Furthermore, they will learn how nanostructures can be used to optically interact selectively with nanoscale matter, a capability not achievable with standard diffraction limited microscopy. After successful completion of the course the students should be capable of understanding present problems of the research field and should be able to solve basic problems using advanced literature.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Keine

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Module mark (100%) Consists of a written examination and an oral presentation on a current research topic.
Empfohlene Literatur	• L. Novotny and B. Hecht, Principles of Nano-Optics, Cambridge 2006; • P. Prasad, Nanophotonics, Wiley 2004; • J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn, R. D. Meade, Photonic Crystals – Molding the Flow of Light, Princeton University Press (2008) • list of selected journal publications given during the lecture.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO200 Laser Driven Radiation Sources	
Modulcode	PAFMO200
Modultitel (deutsch)	Laser Driven Radiation Sources
Modultitel (englisch)	Laser Driven Radiation Sources
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Matt Zepf
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Basic knowledge in electrodynamics and plasma physics
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Laser Plasma Interactions • Principles of Plasma Accelerators • Ultrafast Photon Sources • Scattering of photons from particle beams
Lern- und Qualifikationsziele	The course introduces the basic interaction processes of high-energy lasers with plasmas and particle beams with a particular emphasis on the extremely intense sources of proton, electron and photons with pulse durations in the femtosecond regime.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	presentation and/or oral examination (100%)
Empfohlene Literatur	Gibbon, Short Pulse Laser Interactions with Matter
Unterrichtssprache	Englisch/Deutsch auf Nachfrage

Modul PAFMO201 Laser Engineering	
Modulcode	PAFMO201
Modultitel (deutsch)	Laser Engineering
Modultitel (englisch)	Laser Engineering
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Malte Kaluza
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Elektrodynamik und Laserphysik
Verwendbarkeit (Voraussetzung wofür)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h - Präsenzstunden 45 h - Selbststudium 75 h (einschl. Prüfungsvorbereitungen)
Inhalte	• origin and dependencies of absorption and emission cross sections • Ytterbium based laser media • design of laser diode pump engines, • special topics in geometrical optics for amplifier design • basic calculations for layout of diode pumped high energy amplifiers • Ytterbium based laser materials and cryogenic cooling • limitations and special topics (laser induced damage threshold (LIDT), amplified spontaneous emission (ASE) ...)
Lern- und Qualifikationsziele	This is an application oriented course focusing on topics needed for development and design of diode pumped high energy class laser systems. Besides general topics the main part of this lecture is dedicated to ytterbium based laser systems. Besides basic knowledge like the spectral properties of laser materials and their significance for a laser system, further key topics like laser induced damage thresholds, laser diode pump engines, modeling of amplification and amplified spontaneous emission will be discussed.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.

Empfohlene Literatur	• Koechner, W. (2013). Solid-state laser engineering (Vol. 1). Springer. • Träger, F. (Ed.). (2012). Springer handbook of lasers and optics. Springer Science & Business Media. • Wood, R. M. (2003). Laser-induced damage of optical materials. CRC Press.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO203 Lens Design I	
Modulcode	PAFMO203
Modultitel (deutsch)	Lens Design I
Modultitel (englisch)	Lens Design I
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Gross
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundkenntnisse geometrische und physikalische Optik
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Introduction and user interface; • Description and properties of optical systems; • Geometrical and wave optical aberrations; • Optimization; • Imaging simulation; • Introduction into illumination systems; • Correction of simple systems; • More advanced handling and correction methods.
Lern- und Qualifikationsziele	This course gives an introduction in layout, performance analysis and optimization of optical systems with the software Zemax.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung (100%)
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO204 Lens Design II	
Modulcode	PAFMO204
Modultitel (deutsch)	Lens Design II
Modultitel (englisch)	Lens Design II
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Gross
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Abbildungsfehler und optische Systeme
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Paraxial imaging and basic properties of optical systems; • Initial systems and structural modifications; • Chromatical correction; • Aspheres and freeform surfaces; • Optimization strategy and constraints; • Special correction features and methods; • Tolerancing and adjustment.
Lern- und Qualifikationsziele	This course covers the advanced principles of the development of optical systems.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung (100%)
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO205 Light Microscopy	
Modulcode	PAFMO205
Modultitel (deutsch)	Light Microscopy
Modultitel (englisch)	Light Microscopy
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Rainer Heintzmann
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	Starting from geometrical optics the imaging system will be described and optical aberrations will be discussed. Moving on to wave optics monochromatic waves will be taken as the basis for the description of coherent imaging. Combined with scattering theory in the 1st Born approximation a fundamental understanding of the possibilities and limitations in imaging is gained. The concept of the amplitude transfer function and McCutchens 3-dimensional pupil function are introduced. On this basis various coherent imaging modes are discussed including holographic approaches and their limitations, and optical coherent tomography. The working principles of light-detectors are discussed and the requirements for appropriate sampling of images. Finally various modes of fluorescence microscopy and high-resolution microscopy will be covered. The exercises will be calculating examples, also involving hands-on computer based modeling using Matlab and other tools.
Lern- und Qualifikationsziele	Understanding of the working principles of modern light microscopes and microscopic methods ranging from standard methods to modern superresolution techniques.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO206 Light Source Modeling	
Modulcode	PAFMO206
Modultitel (deutsch)	Light Source Modeling
Modultitel (englisch)	Light Source Modeling
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Frank Wyrowski
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Special cases of monochromatic fields • Gaussian beams and its propagation • Electromagnetic coherence theory; cross spectral density • Cross spectral density and polarization matrices • Stokes vectors and Mueller matrix • Mode decomposition of general source fields • Elementary mode decomposition • System modeling with partially coherent source fields • System modeling with ultrashort pulses • All techniques are demonstrated at hands-on examples
Lern- und Qualifikationsziele	The application and usage of optical technologies benefit significantly from the ever growing variety of light sources with different characteristics and reasonable prices. LEDs, lasers and laser diodes have become indispensable in numerous applications and devices. Ultrashort pulses are on the way to industrial and medical applications. X-ray sources are of increasing importance. All those sources require a suitable approach in optical modeling and design. The students will get a comprehensive overview of different source modeling techniques of practical importance in optical modeling and design.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung (100%)

Empfohlene Literatur	• E. Hecht and A. Zajac, Optics • M. Born and E. Wolf, Principles of Optics • L. Mandel and E. Wolf, Optical Coherence and Quantum Optics • B.E.A. Saleh and M.C. Teich, Fundamentals of Photonics
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO220 Micro/Nanotechnology	
Modulcode	PAFMO220
Modultitel (deutsch)	Micro/Nanotechnology
Modultitel (englisch)	Micro/Nanotechnology
Modul-Verantwortliche/r	Apl. Prof. Uwe Zeitner
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• demands of micro- and nano-optics on fabrication technology • basic optical effects of micro- and nano-structures and their description • typical structure geometries in micro- and nano-optics • coating technologies • lithography (photo-, laser-, electron-beam) and its basic physical principles • sputtering and dry etching • special technologies (melting, reflow, ...) • applications and examples
Lern- und Qualifikationsziele	In this course the student will learn about the fundamental fabrication technologies which are used in microoptics and nanooptics. This includes an overview of the physical principles of the different lithography techniques, thin film coating and etching technologies. After successful completion of the course the students should have a good overview and understanding of the common technologies used for the fabrication of optical micro- and nano-structures. They know their capabilities and limitations.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung (100%)
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO221 Microscopy	
Modulcode	PAFMO221
Modultitel (deutsch)	Microscopy
Modultitel (englisch)	Microscopy
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. R. Heintzmann, Prof. Dr. C. Eggeling
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Optical microscopy • Circumventing the resolution limit • Electron microscopy • Atomic force microscopy
Lern- und Qualifikationsziele	This Module provides an introduction into the fundamentals of modern light and electron microscopy.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO222 Moderne Methoden der Spektroskopie	
Modulcode	PAFMO222
Modultitel (deutsch)	Moderne Methoden der Spektroskopie
Modultitel (englisch)	Modern Methods of Spectroscopy
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. C. Spielmann
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Kenntnisse auf dem Gebiet der Optik, Atomphysik, Laserphysik.
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Grundlagen Licht-Materie-Wechselwirkung; • Experimentelle Hilfsmittel der Spektroskopie; • Laserspektroskopie; • Zeitaufgelöste Spektroskopie; • Laserkühlung; • THz- und Röntgenspektroskopie; • Photoelektronspektroskopie; • Anwendungen von Laserspektroskopie in Physik, Chemie, Medizin.
Lern- und Qualifikationsziele	• Vermittlung von Methoden der Spektroskopie basierend auf neuen Entwicklungen in der Optik; • Vermittlung von Wissen über Auslegung eines spektroskopischen Experiments ; • Befähigung zum selbstständigen Lösen spektroskopischer Fragestellungen.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Aktive Teilnahme an den Diskussionen im Seminar.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Unterrichtssprache	Deutsch

Modul PAFMO230 Nano Engineering	
Modulcode	PAFMO230
Modultitel (deutsch)	Nano Engineering
Modultitel (englisch)	Nano Engineering
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Stephanie Höppener, Prof. Dr. Ulrich S. Schubert
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Building with Molecules • Self-organization and self-assembled coatings • Chemically sensitive characterization methods • Nanomaterials for optical applications • Nanowires and nanoparticles • Nanomaterials in optoelectronics • Bottom-up synthesis strategies and nanolithography • Polymers and self-healing coatings • Molecular motors • Controlled polymerization techniques

Lern- und Qualifikationsziele	A large diversity of nanomaterials can be efficiently produced by utilizing chemical synthesis strategies. The wide range of nanomaterials, i.e., nanoparticles, nanotubes, micelles, vesicles, nanostructured phase separated surface layers etc. opens on the one hand versatile possibilities to build functional systems, on the other hand also the large variety of techniques and processes to fabricate such systems is also difficult to overlook. Traditionally the communication in the interdisciplinary field of nanotechnology is difficult, as expertise from different research areas is combined. This course aims on the creation of a common basic level for communication and knowledge of researchers of different research fields and to highlight interdisciplinary approaches which lead to new fabrication strategies. The course includes basic chemical synthesis strategies, molecular self-assembly processes, chemical surface structuring, nanofabrication and surface chemistry to create a pool of knowledge to be able to use molecular building blocks in future research projects.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben/kleinen Tests (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben.)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	mündliche Prüfung (100%)
Empfohlene Literatur	• G. Cao, Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications, Imperial College Press, 2004 • G.A. Ozin, A.C. Arsenault, L. Cademartiri, A Chemical Approach to Nanomaterials, Royal Soc. Of Chemistry, 2nd Ed., 2009 • L.F. Chi, Nanotechnology Vol. 8 Nanostructured Surfaces, Wiley-VCH, 2010
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO231 Nonlinear Dynamics in Optical Systems	
Modulcode	PAFMO231
Modultitel (deutsch)	Nonlinear Dynamics in Optical Systems
Modultitel (englisch)	Nonlinear Dynamics in Optical Systems
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. U. Peschel
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Basic knowledge in electrodynamics
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Non-Linear dynamics in optical fibers and waveguides • Solution of non-linear partial differential equations • Solitons and collapse in optical systems • Super continuum generation
Lern- und Qualifikationsziele	Understanding the theoretical fundamentals of non-linear dynamics in optical systems
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Modulnote (100%)
Empfohlene Literatur	• Agrawal, Govind P. Non-Linear optics • Moloney, Jerome V., Newell Alan C., Non-Linear Optics • Y.S.Kivshar and G.Agrawal, Optical Solitons: From Fibers to Photonic Crystals
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch auf Anfrage

Modul PAFMO242 Optics for Spectroscopists: Optical Waves in Solids	
Modulcode	PAFMO242
Modultitel (deutsch)	Optics for Spectroscopists: Optical Waves in Solids
Modultitel (englisch)	Optics for Spectroscopists: Optical Waves in Solids
Modul-Verantwortliche/r	Dr. habil. Thomas Mayerhöfer
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Reflection and Refraction at anisotropic interfaces (Yeh's formalism, Berreman formalism, special cases, Euler orientation representations, example spectra etc.) • Dispersion relations in isotropic and anisotropic crystals (Lorentz-model, coupled oscillator model, semi-empirical 4-Parameter model, inverse dielectric function modelling etc.) • Dispersion analysis of crystals and layered systems down to triclinic symmetry and, ultimately, without prior knowledge of orientation; • consequences for randomly-oriented or partly-oriented systems.
Lern- und Qualifikationsziele	The students will acquire an understanding how the optical properties of anisotropic materials are connected with the material properties and how they depend on frequency. The final goal is to be able to quantitatively understand and analyze spectral patterns of crystals and layers of arbitrary symmetry and orientation.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	mündliche Prüfung (100%)
Empfohlene Literatur	• Optical Waves in Layered Media, Pochi Yeh, Wiley, 2005 • Absorption and Scattering of Light by Small Particles Craig F. Bohren, Donald R. Huffman, 1998 • The Infrared spectra of minerals, Victor Colin Farmer, Mineralogical Society, 1974
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO250 Particles in Strong Electromagnetic Fields	
Modulcode	PAFMO250
Modultitel (deutsch)	Particles in Strong Electromagnetic Fields
Modultitel (englisch)	Particles in Strong Electromagnetic Fields
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Matt Zepf, Dr. Sergey Rykavanov
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Elektrodynamik und spezielle Relativitätstheorie
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• Electrons in constant fields • Electrons in electromagnetic pulses • Radiation produced by particles in extreme motion • Radiation reaction • QED effects in strong laser fields
Lern- und Qualifikationsziele	This course is devoted to the dynamics of charged particles in electromagnetic fields. Starting with motion of electrons in constant magnetic and electric fields, the course continues with the electron motion in electromagnetic pulses (i.e. laser pulses) of high strength (i.e. when laser pressure becomes dominant). Radiation produced by electrons in extreme motion will be calculated for several most important cases: synchrotron radiation, Thomson scattering, undulator radiation. Effects of radiation reaction on electron motion will be discussed. The last part of the course will briefly discuss the QED effects in strong laser fields: stochasticity in radiation reaction, pair production by focused laser pulses and QED cascades. Analytical framework will be complemented with the help of numerical calculations.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Präsentation oder mündliche Prüfung (100%)

Empfohlene Literatur	• J.D. Jackson, Classical Electrodynamics • L.D. Landau and E.M. Lifshitz, Classical Theory of Fields • P. Gibbon, Short Pulse Laser Interactions with Matter • G.A. Mourou, T. Tajima, and S.V. Bulanov, Optics in the relativistic regime, Reviews of Modern Physics, 78, 309 (2006)
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO251 Physical Optics Design	
Modulcode	PAFMO251
Modultitel (deutsch)	Physical Optics Design
Modultitel (englisch)	Physical Optics Design
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Frank Wyrowski
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Module Fundamentals of Modern Optics and Introduction to Optical Modeling and Design oder äquivalent
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• Concept of physical optics modeling by field tracing • Geometric field tracing by smart rays. • Design as an inverse field propagation problem • System design in the functional embodiment • Design of lens systems for laser sources • Design of systems for light shaping by holographic optical elements and freeform surfaces • Inclusion of partially coherent and polychromatic light; multiplexing • Optimization of coatings and gratings in structure design • Applications in laser optics, wavefront engineering, and lighting
Lern- und Qualifikationsziele	Optical design is typically based on ray optics. It is discussed when the ray approach fails and a physical optics based concept can be used to tackle such situations. Moreover, physical optics provides very powerful concepts in system design, since the design tasks are formulated in terms of fields which enables access to all parameters of concern in design. Various examples from different applications are investigated to illustrate and demonstrate theoretical results.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Klausur (100%)

Empfohlene Literatur	• E. Hecht and A. Zajac, Optics • M. Born and E. Wolf, Principles of Optics • R.E. Fischer and B. Tadic-Galeb, Optical System Design • J. Turunen and F. Wyrowski, Diffractive Optics for industrial and commercial applications, Akademie Verlag, 1997
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO252 Physical Optics Modeling	
Modulcode	PAFMO252
Modultitel (deutsch)	Physical Optics Modeling
Modultitel (englisch)	Physical Optics Modeling
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. F. Wyrowski
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundkenntnisse optische Modellierung und optisches Design
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in: - Präsenzstunden - Selbststudium (einschl. Prüfungsvorbereitungen)	120 h 45 h 75 h
Inhalte	• Introduction to field tracing; • Diffraction integrals, free space propagation; • Propagation through plane interfaces and stratified media; • Propagation through gratings; • Mie theory; • Geometric field tracing; • Thin element approximation; • Propagation through lenses and refractive freeform surfaces; • Propagation through diffractive lenses and computer-generated holograms; • Modeling combined surfaces (refractive + microstructures); • All techniques are demonstrated at hands-on examples.
Lern- und Qualifikationsziele	Physical optics modeling deals with the solution of Maxwell's equations for different types of optical components. On its basis, a source field can be propagated through a system by the concept of field tracing. The students will get an introduction to field tracing and a comprehensive overview of different modeling techniques of practical importance in optical modeling and design.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	keine

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung (100%)
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	• E. Hecht and A. Zajac, Optics; • M. Born and E. Wolf, Principles of Optics; • L. Novotny and B. Hecht, Principles of Nano-Optics.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO253 Physics of Free-Electron Laser	
Modulcode	PAFMO253
Modultitel (deutsch)	Physics of Free-Electron Laser
Modultitel (englisch)	Physics of Free-Electron Laser
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. G. G. Paulus
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• physical foundations of X-ray lasers • undulators • FEL differential equation • Instrumentation • selected applications
Lern- und Qualifikationsziele	The student understands the physical foundations, instrumentation, and selected applications of FELs. Acquisition of the competence to judge the applicability and significance of FELs to address problems in X-ray physics.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	mündliche Prüfung (100%)
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	Schmüser et al.: Ultra-violet and Soft X-ray Free-Electron Lasers
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO254 Physics of Ultrafast Optical Discharge and Filamentation	
Modulcode	PAFMO254
Modultitel (deutsch)	Physics of Ultrafast Optical Discharge and Filamentation
Modultitel (englisch)	Physics of Ultrafast Optical Discharge and Filamentation
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Christian Spielmann, Dr. Daniil Kartashov
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• physics of photoionization • optical breakdown • basics of plasma kinetics • LIBS Laser induced breakdown spectroscopy • physics of filamentation • applications: LIDAR, lightning discharge, supercontinuum generation
Lern- und Qualifikationsziele	In a selected number of topics out of the broad field of high power laser matter interactions the students should acquire knowledge of ionization, plasma kinetics, filamentation and applications in spectroscopy metrology and atmospheric science.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO255 Plasma Physics	
Modulcode	PAFMO255
Modultitel (deutsch)	Plasma Physics
Modultitel (englisch)	Plasma Physics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. M. Kaluza
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Elektrodynamik und Laserphysik
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Fundamentals of plasma physics; • Single particle and fluid description of plasmas; • Waves in plasmas; • Interaction of electromagnetic radiation with plasmas; • Plasma instabilities; • Non-linear effects (shock waves, parametric instabilities, ponderomotive effects, ...).
Lern- und Qualifikationsziele	This course offers an introduction to the fundamental effects and processes relevant for the physics of ionized matter. After actively participating in this course, the students will be familiar with the fundamental physical concepts of plasma physics, especially concerning astrophysical phenomena but also with questions concerning the energy production based on nuclear fusion in magnetically or inertially confined plasmas.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.

Empfohlene Literatur	• F. Chen: Plasma Physics and Controlled Fusion, Plenum Publishing Corporation, New York (1984); • J. A. Bittencourt: Fundamentals of Plasma Physics, Springer, New York (2004); • U. Schumacher: Fusionsforschung, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt (1993).
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO256 Photovoltaik	
Modulcode	PAFMO256
Modultitel (deutsch)	Photovoltaik
Modultitel (englisch)	Physics of Photovoltaics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Gerhard G. Paulus
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik Vertiefung Optik, Vertiefung Festkörperphysik Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Pertinent elements of thermodynamics and statistical mechanics (diffusion, Boltzmann factor, free energy) • Fundamental concepts of solid state physics • Semiconductors and pn-junction • Diode equation • Shockley-Queisser limit • Design criteria for solar cells
Lern- und Qualifikationsziele	• Profound understanding of the physics underlying the performance of solar cells • Development of an understanding of the role of photovoltaics for covering the energy demand of modern societies. • Capability to solve complex problems pertinent to solar cells
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung der Übungsaufgaben (Umfang wird zu Beginn des Moduls bekanntgegeben).
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO257 Physical Optics	
Modulcode	PAFMO257
Modultitel (deutsch)	Physical Optics
Modultitel (englisch)	Physical Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. H. Gross
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	None
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Required elective Module M.Sc. Physics focus "Optics" Required elective Module M.Sc. Photonics Compulsory Module M.Sc. Medical Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Lecture: 2 h per week Exercise: 2 h per week
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Wave optics, light propagation • Diffraction, slit, PSF, aberrations • Coherence, temporal and spatial, OCT, speckle • Laser, resonators, laser beams, pulses • Gaussian beams, propagation, generalizations, Schell beams • Fourier optics, resolution, image formation, OTF, criteria • Quality criteria of imaging • PSF engineering, superresolution, extended depth of focus • Confocal methods, laser scanning, metrology • Polarization, fundamentals, Jones vectors, birefringence • Photon optics, uncertainty, statistics • Scattering, surfaces, volume models, tissue optics • Miscellaneous, coatings, non-linear optics, short pulses
Lern- und Qualifikationsziele	The course covers the basic understanding of physical optical subjects in the context of optical systems.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	written examination (100%)
Zusätzliche Informationen zum Modul	Parts of the lectures are given by a Dr. B. Böhme / C. Zeiss and M. Dienerowitz / Medical Faculty to include industrial and practical viewpoints.

Empfohlene Literatur	Lecture materials • B. Saleh, M. Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley, 2007 • W. Singer, M. Totzeck, H. Gross, Handbook of optical systems, Vol 2, Wiley, 2005 • J. Goodman, Introduction to Fourier Optics, Wiley, 2005 • A. Lipson / S. Lipson, Optical Physics, Cambridge 2011 • G. Reynolds / J. deVlies, The Physical Optics Notebook, SPIE Press, 2000 • J. Goodman, Statistical Optics, Wiley, 1985 • E. Hecht, Optics, deGruyter, 2014 • C. Brosseau, Polarized Light, Wiley, 1998 • J. Stover, Optical Scattering, McGrawHill, 1990 • M. Nieto-Vesperinas, Scattering and Diffraction in Physical Optics, World Scientific, 2016 • A. Siegman, Lasers, Oxford University, 1986 • F. Trager, Handbook of Lasers and Optics, Springer, 2007
Unterrichtssprache	English

Modul PAFMO260 Quantum Optics	
Modulcode	PAFMO260
Modultitel (deutsch)	Quantum Optics
Modultitel (englisch)	Quantum Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. T. Pertsch, Dr. F. Setzpfandt
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Quantentheorie, Elektrodynamik, theoretische Optik
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Basic introduction to quantum mechanics; • Quantization of the free electromagnetic field; • Non-classical states of light and their statistics; • Experiments in quantum optics; • Semi-classical and fully quantized light-matter interaction; • Non-Linear optics.
Lern- und Qualifikationsziele	The course will give a basic introduction into the theoretical description of quantized light and quantized light-matter interaction. The derived formalism is then used to examine the properties of quantized light and to understand a number of peculiar quantum optical effects. After active participation in the course, the students will be familiar with the basic concepts and phenomena of quantum optics and will be able to apply the derived formalism to other problems.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Empfohlene Literatur	• Grynberg / Aspect / Fabre "Introduction to Quantum Optics"; • Garrison / Chiao "Quantum Optics"; • Fox "Quantum Optics – An Introduction"; • Loudon "The Quantum Theory of Light"; • Bachor / Ralph "A Guide to Experiments in Quantum Optics".
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO265 Semiconductor Nanomaterials	
Modulcode	PAFMO265
Modultitel (deutsch)	Semiconductor Nanomaterials
Modultitel (englisch)	Semiconductor Nanomaterials
Modul-Verantwortliche/r	Jun.-Prof. Dr. Isabelle Staude
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Fundamental knowledge on modern optics and condensed matter physics
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Required elective Module M.Sc. Physics focus „Optics” Required elective Module M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Lecture: 2 h per week Exercise: 1 h per week
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	The course will cover the following topics: • Review of fundamentals of semiconductors • Optical and optoelectronic properties of semiconductors • Effects of quantum confinement • Photonic effects in semiconductor nanomaterials • Physical implementations of semiconductor nanomaterials, including epitaxial structures, semiconductor quantum dots and quantum wires • Advanced topics of current research, including 2D semiconductors and hybrid nanosystems
Lern- und Qualifikationsziele	This course aims to convey a fundamental understanding of the physics governing the optical and optoelectronic properties of semiconductor nanomaterials. First, the fundamental optical and optoelectronic properties of bulk semiconductors are reviewed, deepening and extending previously obtained knowledge in condensed matter physics. The students will then learn about the effects of quantum confinement in semiconductor systems in one, two or three spatial dimensions, as well as about photonic effects in nanostructured semiconductors. Finally, several relevant examples of semiconductor nanomaterial systems and their applications in photonics are discussed in detail. After successful completion of the course, the students should be capable of understanding present research directions and of solving basic problems within this field of research.

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	written examination at the end of the semester and oral presentation on a current research topic
Empfohlene Literatur	• P. Y. Yu and M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors, Springer 2010 • C. F. Klingshirn, Semiconductor Optics, Springer 1995 • M. Fox, Quantum Optics – An Introduction, Oxford University Press 2006
Unterrichtssprache	English

Modul PAFMO266 Strong-Field Laser Physics	
Modulcode	PAFMO266
Modultitel (deutsch)	Strong-Field Laser Physics
Modultitel (englisch)	Strong-Field Laser Physics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. G. G. Paulus
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• charakteristische Größen in der Starkfeld-Laserphysik • charakteristische Effekte • theoretische Beschreibung der Elektronendynamik • die Rückstreuung als fundamentaler Prozess in der Starkfeld- und Attosekunden-Laserphysik • Erzeugung von Attosekunden-Pulsen • Messung von Attosekunden-Pulsen
Lern- und Qualifikationsziele	• Vermittlung von Kenntnissen zu den Grundlagen der Starkfeld-Laserphysik und der darauf aufbauenden Attosekunden-Laserphysik. • Entwicklung von Fähigkeiten zur selbständigen Behandlung von Fragestellungen dieser Felder.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	mündliche Prüfung (100%)
Zusätzliche Informationen zum Modul	
Empfohlene Literatur	Review-Artikel Z. Chang: Fundamentals of Attosecond Optics
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO270 Theory of Nonlinear Optics	
Modulcode	PAFMO270
Modultitel (deutsch)	Theory of Nonlinear Optics
Modultitel (englisch)	Theory of Nonlinear Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. U. Peschel
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Types and symmetries of non-linear polarization; • Non-Linear optics in waveguides; • Solutions of non-linear evolution equations; • Temporal and spatial solitons; • Super continuum generation.
Lern- und Qualifikationsziele	The course provides the theoretical background of non-linear optics and quantum optics.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Modulnote (100%)
Zusätzliche Informationen zum Modul	Die Modulnote setzt sich aus der Übungleistung (25%) und einer mündlichen Prüfung zusammen (75%).
Empfohlene Literatur	• Agrawal, Govind P.: Contemporary non-linear optics; • Moloney, Jerome V., Newell Alan C.: Non-Linear Optics ; • Sutherland, Richard Lee: Handbook of non-linear optics.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO271 Thin Film Optics	
Modulcode	PAFMO271
Modultitel (deutsch)	Thin Film Optics
Modultitel (englisch)	Thin Film Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. A. Tünnermann, Dr. O. Stenzel
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Optik und Elektrodynamik in Kontinua
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Basic dispersion models in Thin Film Optics • Optical properties of material mixtures • Interfaces: Fresnels equations • Multiple internal reflections in layered systems • Optical spectra of single thin films • Wave propagation in stratified media • Matrix formalism • Multilayer systems: Quarterwave-stacks and derived systems • Coatings for ultrashort light pulses • Remarks on coating design
Lern- und Qualifikationsziele	This course is of use for anyone who needs to learn how optical coatings are used to tailor the optical properties of surfaces. After an introduction about the theoretical fundamentals of optical coatings the student should learn to calculate the optical properties of uncoated and coated surfaces. Based on this, typical design concepts and applications will be presented.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung (100%)

Empfohlene Literatur	• Born/Wolf: Introduction to optics; • H. A. Macleod, Thin Film Optical Filters, Adam Hilger Ltd. 2001; • R. Willey, Practical Design and Productions of Optical Thin Films, Marcel Dekker Inc. 2003; • N. Kaiser, H. K. Pulker (Eds.), Optical Interference Coatings, Springer Series in Optical Sciences, Vol. 88, 2003; • O. Stenzel, The Physics of Thin Film Optical Spectra. An Introduction, Springer Series in Surface Sciences, Vol. 44, 2005.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO272 Terahertz Technology	
Modulcode	PAFMO272
Modultitel (deutsch)	Terahertz Technology
Modultitel (englisch)	Terahertz Technology
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. G. Paulus
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Lecture: 2 h per week Exercise: 1 h per week
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	The course will provide an introduction to the fundamentals of THz technology and science to master students. The course begins with an introduction to THz radiation and current status of terahertz research. A review on the interaction of electromagnetic waves with matter will be discussed followed by the elementary excitation in matter during interaction with THz. Various techniques to generate THz radiation will be presented with an emphasis on pulsed power sources. Detection techniques are equally important in studying the terahertz radiation. We will look at the detection schemes based on electronics and photonics and compare them. Attention will also be paid to selecting suitable optics for THz and materials suitable for THz transmission. Finally, we will also look at some potential applications of THz in the field of imaging, spectroscopy, etc.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Abgabe von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	Modulnote (100%)
Zusätzliche Informationen zum Modul	Die Modulnote besteht aus bewerteten Übungsaufgaben und einer schriftlichen Prüfung oder mündlichen Präsentation.

Empfohlene Literatur	• Principles of terahertz Science and Technology, Lee, Yun-Shik , Springer ,ISBN 978-0-387-09540-0 • Terahertz techniques, Bründermann, Hubers,Kimmit, Springer, ISBN 978-3-642-02592-1 • Introduction to THz wave photonics, Zhang, Xu, Springer, ISBN 978-1-4419-0978-7 • Journals: Journal of Infrared, Millimeter and Terahertz waves, IEEE transactions on Terahertz technology, OSA and Nature publications
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO280 Ultrafast Optics	
Modulcode	PAFMO280
Modultitel (deutsch)	Ultrafast Optics
Modultitel (englisch)	Ultrafast Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. S. Nolte
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Empfohlene bzw. erwartete Vorkenntnisse	Basic knowledge in laser physics and modern optics.
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Wintersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Introduction to ultrafast optics; • Fundamentals; • Ultrashort pulse generation; • Amplification of ultrashort pulses; • Measurement of ultrashort pulses; • Applications; • Generation of attosecond pulses.
Lern- und Qualifikationsziele	The aim of this course is to provide a detailed understanding of ultrashort laser pulses, their mathematical description as well as their application. The students will learn how to generate, characterize and use ultrashort laser pulses. Special topics will be covered during the seminars.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Vortrag
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Empfohlene Literatur	• Weiner, Ultrafast Optics; • Diels/Rudolph, Ultrashort Laser Pulse Phenomena; • Rulliere, Femtosecond laser pulses; • W. Koechner, Solid-state Laser engineering; • A. Siegman, Lasers.

Unterrichtssprache	Englisch
--------------------	----------

Modul PAFMO290 XUV and X-Ray Optics	
Modulcode	PAFMO290
Modultitel (deutsch)	XUV and X-Ray Optics
Modultitel (englisch)	XUV and X-Ray Optics
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. C. Spielmann, Dr. D. Kartashov
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes 2. Semester (ab Sommersemester)
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Complex refractive index in the XUV and X-ray range; • Refractive and grazing incidence optics; • Zone plate optics; • Thomson and Compton scattering; • X-ray diffraction by crystals and synthetic multilayers; • VUV and X-ray optics for plasma diagnostics; • Time-resolved X-ray diffraction; • EUV lithography.
Lern- und Qualifikationsziele	This course covers the fundamentals of modern optics at short wavelengths as they are necessary for the design of EUV and X-ray optical elements. Based on this the students will learn essentials of several challenging applications of short-wavelength optics, being actual in modern science and technology.
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche Prüfung (100%)
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO901 Topics of Current Research I	
Modulcode	PAFMO901
Modultitel (deutsch)	Topics of Current Research I
Modultitel (englisch)	Topics of Current Research 1
Modul-Verantwortliche/r	N.N.
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	unregelmäßig, siehe gegebenenfalls zusätzliche Informationen
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Advanced topics of current research in optics and photonics
Lern- und Qualifikationsziele	• Introduction into a field of current research as a basis for further study and research in this field; • Independent solution of exercise problems; • Ability to acquire further knowledge by independent literature studies.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben.)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO902 Topics of Current Research II	
Modulcode	PAFMO902
Modultitel (deutsch)	Topics of Current Research II
Modultitel (englisch)	Topics of Current Research 2
Modul-Verantwortliche/r	N.N.
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	unregelmäßig, siehe gegebenenfalls zusätzliche Informationen
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Advanced topics of current research in optics and photonics.
Lern- und Qualifikationsziele	• Introduction into a field of current research as a basis for further study and research in this field; • Independent solution of exercise problems; • Ability to acquire further knowledge by independent literature studies.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben.)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO903 Topics of Current Research III	
Modulcode	PAFMO903
Modultitel (deutsch)	Topics of Current Research III
Modultitel (englisch)	Topics of Current Research 3
Modul-Verantwortliche/r	N.N.
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	unregelmäßig, siehe gegebenenfalls zusätzliche Informationen
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	Advanced topics of current research in optics and photonics
Lern- und Qualifikationsziele	- Introduction into a field of current research as a basis for further study and research in this field; - Independent solution of exercise problems; - Ability to acquire further knowledge by independent literature studies.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben.)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO904 Topics of Current Research IV	
Modulcode	PAFMO904
Modultitel (deutsch)	Topics of Current Research IV
Modultitel (englisch)	Topics of Current Research 4
Modul-Verantwortliche/r	N.N.
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	Keine
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik in der Vertiefung „Optik“ Wahlpflichtmodul M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	unregelmäßig, siehe gegebenenfalls zusätzliche Informationen
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Leistungspunkte (ECTS credits)	4 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	120 h
- Präsenzstunden	45 h
- Selbststudium	75 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	• Advanced topics of current research in optics and photonics.
Lern- und Qualifikationsziele	• Introduction into a field of current research as a basis for further study and research in this field; • Independent solution of exercise problems; • Ability to acquire further knowledge by independent literature studies.
Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (Art und Umfang wird zu Semesterbeginn bekannt gegeben.)
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	schriftliche oder mündliche Prüfung (100%) Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.
Unterrichtssprache	Englisch

Modul PAFMO099 Masterarbeit Photonics	
Modulcode	PAFMO099
Modultitel (deutsch)	Masterarbeit Photonics
Modultitel (englisch)	Master thesis
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Pertsch
Voraussetzung für die Zulassung zum Modul	72 ECTS according to the Study- and Examination Regulations
Art des Moduls (Pflicht-, Wahlpflicht- oder Wahlmodul)	Compulsory Module M.Sc. Photonics
Häufigkeit des Angebots (Modulturnus)	jedes Semester
Dauer des Moduls	1 Semester
Zusammensetzung des Moduls / Lehrformen (V, Ü, S, Praktikum, ...)	Practical course
Leistungspunkte (ECTS credits)	30 LP
Arbeitsaufwand (work load) in:	900 h
- Präsenzstunden	0 h
- Selbststudium	900 h
(einschl. Prüfungsvorbereitungen)	
Inhalte	total workload: 900 h depending on the topic this total workload should be distributed approximately as: • 225 h introduction to the research topic (study of relevant literature, ...) • 450 h research work (in the lab for experimental topics and at computer etc. for theoretical topics) • 200 h preparation of the final report • 25 h preparation and carrying out presentation of the results Internship in a research laboratory
Lern- und Qualifikationsziele	• Carrying out advanced scientific labwork in optics together with a research team • Preparation of the work flow and analysis of the results • Preparation of a scientific report • Presentation of the results in a Master's Thesis and presentation
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten (Prüfungsform)	The mark consists of a written report – Master's Thesis (66%), presentation (33%) Specifically defined by the instructor of the research team
Zusätzliche Informationen zum Modul	The Master's Thesis should contain approximately 40-60 pages. The results of the Master's Thesis are presented by the candidate in a 20-30 minute talk, and then discussed. The final grade is determined according to the Rules of Examination (in German: "Prüfungsordnung").

Unterrichtssprache	English
--------------------	---------

Abkürzungen:

Abkürzungen für Veranstaltungen

AVL....	Antrittsvorlesung
AG....	Arbeitsgemeinschaft
AM....	Aufbaumodul
AS....	Ausstellung
BM....	Basismodul
BzPS....	Begleitveranstaltung zum Praxissemester
B....	Beratung
Bes....	Besichtigung
KB....	Besprechung
Blo....	Blockierung
BV....	Blockveranstaltung
DV....	Diavortrag
EF....	Einführungsveranstaltung
ES....	Einschreibungen
EKK....	Examensklausurenkurs
EX....	Exkursion
Exp....	Experiment/Erhebung
FE....	Feier/Festveranstaltung
F....	Filmvorführung
GÜ....	Geländeübung
GK....	Grundkurs
HpS....	Hauptseminar
HS/B....	Hauptseminar/Blockveranstaltung
HS/Ü....	Hauptseminar/Übung
Inf....	Informationsveranstaltung
IHS/ Ü....	Interdisziplinäres Hauptseminar/Übung
KS....	Klausur
PR....	Klausur/Prüfung
K....	Kolloquium
K/P....	Kolloquium/Praktikum
KS....	Konferenz/Symposium
kV....	Kulturelle Veranstaltung
Ku....	Kurs
Ku....	Kurs
Lag....	Lagerung

Abkürzungen für Veranstaltungen

LFP....	Lehrforschungsprojekt
Lek....	Lektürekurs
M....	Modul
MV....	Musikveranstaltung
OS....	Oberseminar
OnLS....	Online-Seminar
OnV....	Online-Vorlesung
P....	Praktikum
PrS....	Praktikum/Seminar
PM....	Praxismodul
Pr....	Probe
PJ....	Projekt
PPD....	Propädeutikum
PS....	Proseminar
PrVo....	Prüfungsvorbereitung
QB....	Querschnittsbereich
RE....	Repetitorium
V/R....	Ringvorlesung
SU....	Schulung
S....	Seminar
S/E....	Seminar/Exkursion
S/Ü....	Seminar/Übung
SZ....	Servicezeit
SI....	Sitzung
SoSch....	Sommerschule
SO....	Sonstiges
SV....	Sonstige Veranstaltung
SK....	Sprachkurs
TG....	Tagung
TT....	Teleteaching
TN....	Treffen
T....	Tutorium
Tu....	Tutorium
Ü....	Übung
Ü/B....	Übung/Blockveranstaltung
Ü....	Übungen
Ü/I....	Übung/Interdisziplinär
Ü/P....	Übung/Praktikum
Ü/T....	Übung/Tutorium
Ve....	Versammlung

Abkürzungen für Veranstaltungen

ViKo....	Videokonferenz
V....	Vorlesung
V/K....	Vorlesung m. Kolloquium
V/P....	Vorlesung/Praktikum
V/S....	Vorlesung/Seminar
V/Ü....	Vorlesung/Übung
VT....	Vortrag
Vor....	Vortrag
WS....	Wahlseminar
WV....	Wahlvorlesung
We....	Weiterbildung
WOS....	Workshop
Wo....	Workshop
ZÜ....	Zeugnisübergabe

Other Abbreviations

Anm.....	Anmerkung
ASQ....	Allgemeine Schlüsselqualifikationen
AT....	Altes Testament
E....	Essay
FSQ....	Fachspezifische Schlüsselqualifikationen
FSV....	Fakultät für Sozial- und Verhaltenswissenschaften
GK....	Grundkurs
IAW....	Institut für Altertumswissenschaften
LP....	Leistungspunkte
NT....	Neues Testament
SQ....	Schlüsselqualifikationen
SS....	Sommersemester
SWS....	Semesterwochenstunden
TE....	Teilnahme
TP....	Thesenpublikation
ThULB....	Thüringer Universitäts- und Landesbibliothek
VVZ....	Vorlesungsverzeichnis
WS....	Wintersemester