

Advanced Experimental Molecular Physics

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Advanced Experimental Molecular Physics
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer.nat.habil. Stefan Lochbrunner
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • haben sich in das Gebiet der Molekülphysik und der damit verbundenen experimentellen und theoretischen Aspekte eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer auf dem Gebiet forschenden Gruppe zu beginnen • haben einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Spezialgebiet • kennen bedeutende Entwicklungen auf dem Gebiet aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten • kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene auf dem Gebiet • kennen die experimentellen Techniken, die in dem Gebiet eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen • kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen • sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus der modernen Physik, das z.T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbständig Literatur zu recherchieren
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Basics: Molecular Schrödinger equation, bonding types and molecular structure, Born-Oppenheimer approximation, electronic states, potential energy surfaces; • Dynamics: Rotation, libration, vibrations, normal modes, anharmonicities, reaction rates; nonadiabatic transitions, conical intersections; • Elementary processes: Absorption and emission, Franck-Condon factors, internal conversion, intersystem crossing, solvation, chemical reactions, charge transfer and separation, energy transfer, molecular excitons, light harvesting and photosynthesis; • Systems: Isolated and solvated molecules, aggregates, molecular materials and electronics, biomolecules; • Experimental techniques: Absorption, fluorescence, infrared and microwave spectroscopy, Raman scattering, time resolved absorption spectroscopy
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Wolfgang Demtröder: Molekülphysik: Theoretische Grundlagen und experimentelle Methoden • Peter W. Atkins: Physical Chemistry • Herman Haken and Hans Christoph Wolf: Molecular physics and elements of quantum chemistry: Introduction to experiments and theory

Kategorie	Inhalt
Lehrveranstaltungen	Seminar 1 SWS
	Vorlesung 3 SWS
	Gesamt 4 SWS
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 60 Std.
	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 50 Std.
	Übungsaufgaben 50 Std.
	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 20 Std.
	Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben oder Referat/Präsentation (20-30 Minuten)
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Advanced Quantum Theory

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Advanced Quantum Theory
Leistungspunkte	9
Modulverantwortlich	MNF/IfPH/Theoretische Physik: Quantentheorie von Vielteilchensystemen
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer.nat.habil. Dieter Bauer
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Grundkenntnisse in Elektrodynamik, Quantenphysik
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erlernen die gängigsten analytischen Methoden, mit denen grundlegende und einige fortgeschrittene quantenmechanische Probleme näherungsweise behandelt werden können. • erlernen, wie Wirkungsquerschnitte für einfache Streuprobleme berechnet werden können • erhalten einen Überblick über die Behandlung von quantenmechanischen Vielteilchenproblemen und erlernen deren Beschreibung in zweiter Quantisierung. • erkennen die Grenzen der nichtrelativistischen Quantenmechanik und lernen relativistische Wellengleichungen (Klein-Gordon, Dirac) sowie deren Implikationen (Spin, gyromagnetischer Faktor, Antiteilchen) kennen. • erhalten die nötigen Grundlagen, um sich selbständig in weiterführende Literatur zu quantenmechanischen Spezialthemen einzuarbeiten.
Lehrinhalte	Advanced approximation methods <ul style="list-style-type: none"> • WKB, variational approach, asymptotic expansions, time-dependent perturbation theory Scattering theory <ul style="list-style-type: none"> • Born approximation, partial wave expansion, scattering of identical particles Many-electron atoms as a prime example for many-particle systems: Hartree-Fock, Thomas-Fermi, density functional theory General description of many-particle systems <ul style="list-style-type: none"> • space of variable particle number, creation and annihilation operators for fermions and bosons, occupation number representation, quasi-particles, tight-binding models Relativistic wave equations <ul style="list-style-type: none"> • Klein-Gordon equation, Dirac equation
Literatur	Empfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.
Lehrveranstaltungen	Seminar 2 SWS Vorlesung 4 SWS Gesamt 6 SWS
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 90 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 90 Std.

Kategorie	Inhalt						
	<table> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>270 Std.</td> </tr> </table>	Übungsaufgaben	60 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.
Übungsaufgaben	60 Std.						
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.						
Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.						
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben						
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>	Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.		
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)						
	Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.						
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.						
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.						
Hinweise	keine						
Modulnummer							

Advanced Research Laboratory

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Advanced Research Laboratory
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Dr. rer. nat. Rico Schwartz
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	Keine
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Keine
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester
Lern- und Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • haben Kenntnisse und Fertigkeiten bei experimentellen und theoretischen Projekten erworben, die thematisch im Bereich der Forschung der einzelnen Arbeitsgruppen im Institut für Physik angesiedelt sind • können sich selbstständig anhand Literatur in die Thematik einarbeiten und fortgeschrittene Analysemethoden auf die Ergebnisse ihrer Messungen oder Berechnungen anwenden • können Ergebnisse prägnant und fokussiert darstellen und in wissenschaftlicher Sprache formulieren • sind in der Lage, eine wissenschaftliche Diskussion zu führen und fachliche Fragen knapp und präzise zu beantworten
Lehrinhalte	<p>Experimental and theoretical projects according to the research agenda of the IfPh. Topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> • laser physics • quantum optics • nonlinear optics and spectroscopy • ab initio molecular dynamics • synthesis and characterization of nanostructures and novel materials • scanning tunneling microscopy • quantum technology • strong field physics • high energy density physics • oceanography • atmospheric physics
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Lehrveranstaltungen	<p>Praktikumsveranstaltung (Anwesenheitspflicht) 4 SWS</p> <p>Gesamt 4 SWS</p>
Lernformen	Selbststudium, Literaturstudium
Arbeitsaufwand für Studierende	<p>Präsenzzeit 60 Std.</p> <p>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std.</p> <p>Strukturiertes Selbststudium 30 Std.</p> <p>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 30 Std.</p> <p>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.</p>
Prüfungsvorleistungen	Anwesenheitspflicht in den Veranstaltungsarten: Praktikumsveranstaltung

Kategorie	Inhalt
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Projektarbeit - Durchführung von drei experimentellen oder theoretischen Projekten Diese Prüfungsleistung ist unbenotet. Prüfungsleistung: Sonstige Prüfungsform (20 Minuten) - Posterpräsentation Diese Prüfungsleistung ist unbenotet.
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	Keine
Modulnummer	

Astrophysics

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Astrophysics										
Leistungspunkte	6										
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Dominik Kraus, Prof. Dr. rer.nat.habil. Ronald Redmer										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend										
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Kenntnisse zur Evolution astrophysikalischer Objekte aus dem Modul „Physics of Dense Plasmas“										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • machen sich mit den Grundlagen der Astrophysik und den Beobachtungstechniken über alle Wellenlängenbereiche vertraut und bauen dabei auf fundamentalen physikalischen Gesetzen auf: Plancksche Strahlungsformel, Strahlungstransport in Materie, Opazität. • beherrschen die physikalischen Grundlagen des Urknall-Szenarios: Hubble-Gesetz, 3-Kelvin-Mikrowellen-Hintergrundstrahlung, primordiale Nukleosynthese. • können auf der Basis des Hertzsprung-Russell-Diagramms die Entstehung und Entwicklung sowie die Endstadien von Hauptreihensternen erklären und die Prozesse in veränderlichen Sternen einordnen. • können die großräumige Struktur und Entwicklung des Universums im Rahmen von kosmologischen Modellen auf der Basis der Einsteinschen Feldgleichungen behandeln und lernen den aktuellen Kenntnisstand zu dunkler Materie und dunkler Energie kennen. 										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction into observation techniques • fundamental physical laws • big bang scenario • main sequence systems and variable stars • cosmology 										
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	3 SWS	Seminar	1 SWS	Gesamt	4 SWS				
Vorlesung	3 SWS										
Seminar	1 SWS										
Gesamt	4 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.										
Übungsaufgaben	40 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben oder Referat/Präsentation (20-30 Minuten)										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										

Kategorie	Inhalt
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Atmospheric Pressure Plasmas

Kategorie	Inhalt								
Modulbezeichnung (englisch)	Atmospheric Pressure Plasmas								
Leistungspunkte	3								
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)								
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Ronny Brandenburg								
Sprache	Deutsch oder Englisch								
Zulassungsbeschränkung	Keine								
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert								
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine								
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Grundkenntnisse der Plasmaphysik aus dem Modul „Physics of Dense Plasmas“								
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik								
Dauer des Moduls	1 Semester								
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig im Sommersemester								
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • lernen die Besonderheiten der Atmosphärendruckplasmen kennen und erhalten eine Übersicht über die technischen Anwendungsmöglichkeiten dieser Plasmen • kennen die grundlegenden Prozesse der Plasmaerzeugung im Plasmavolumen und an den Grenzflächen • kennen die wichtigsten diagnostischen Verfahren zur Bestimmung der wichtigsten Plasmaparameter 								
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Plasma Generation/Electrical Breakdown • Thermal and non-thermal plasmas • Plasma diagnostics • Plasma chemistry, reactive plasmas • Technological plasmas (e.g. arc discharge, barrier discharge) 								
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.								
Lehrveranstaltungen	<table> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>2 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	2 SWS	Gesamt	2 SWS				
Vorlesung	2 SWS								
Gesamt	2 SWS								
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium								
Arbeitsaufwand für Studierende	<table> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>50 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	30 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	50 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	30 Std.								
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	50 Std.								
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.								
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.								
Prüfungsvorleistungen	keine								
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (45 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>	Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (45 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.				
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (45 Minuten)								
	Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.								
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.								
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.								
Hinweise	Dieses Modul findet im Sommersemester zweijährlich statt.								
Modulnummer									

Berufspraktikum M.Sc. Physik

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Internship M.Sc. Physics
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Dr. rer. nat. habil. Thomas Bornath
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik M.Sc. Physics of Life, Light and Matter 20.04.2018 M.Sc. Physics of Life, Light and Matter 27.05.2015 M.Sc. Physik 20.04.2018 M.Sc. Physik 27.05.2015
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	jedes Semester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden führen Tätigkeiten in einem Betrieb oder Forschungsinstitut außerhalb des Instituts für Physik durch, die dem Berufsbild eines Physikers/einer Physikerin entsprechen. Sie sammeln erste Erfahrungen in einer konkreten Arbeitsumwelt und machen sich mit berufspraktischen Situationen (projektbezogen, organisatorisch, sozial) bekannt. Die Studierenden erwerben Bewerbungserfahrungen.
Lehrinhalte	keine
Literatur	keine
Lehrveranstaltungen	keine
Lernformen	keine
Arbeitsaufwand für Studierende	Praxis 160 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 20 Std. Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Bericht/ Dokumentation - 2-3 Seiten
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	Regelung des Berufspraktikums gemäß §4(13) der Studiengangsspezifischen Prüfungs- und Studienordnung.
Modulnummer	2350320

BioSystems Modeling and Simulation

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	BioSystems Modeling and Simulation										
Leistungspunkte	6										
Modulverantwortlich	IEF/IN/IFI/Systembiologie und Bioinformatik										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Olaf Wolkenhauer										
Sprache	Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend										
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	This is an introductory course, covering a broad range of techniques for data analysis and mathematical modelling in the life sciences. Basic quantitative concepts from science and engineering undergraduate programmes are necessary.										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Medizinische Informationstechnik M.Sc. Physik M.Sc. Mikrobiologie und Biochemie 17.05.2022										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	This course is an introduction to bioinformatics and systems biology approaches. Using experimental data and information from biological databases, systems biology investigates networks of biochemical reactions that are underlying the functioning of living cells and disease mechanisms. This course introduces basic techniques for data analysis and mathematical modelling. We introduce applications and case studies from modern life sciences.										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Network modelling and analyses • Systems theory • Data science and machine learning • Pathway modelling • Tools and databases 										
Literatur	keine										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Übung	1 SWS	Vorlesung	3 SWS	Gesamt	4 SWS				
Übung	1 SWS										
Vorlesung	3 SWS										
Gesamt	4 SWS										
Lernformen	Presentation using the board, computer/beamer, Script/slides (electronic version), Discussions during tutorial classes, Self study										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>50 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	40 Std.	Übungsaufgaben	30 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	50 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	40 Std.										
Übungsaufgaben	30 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	50 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.										
Prüfungsvorleistungen	keine										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Multiple-Choice (90 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Hinweise	keine										
Modulnummer	1151560										

Bioimaging

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Bioimaging
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Boris Hage, Prof. Dr. rer. nat. Friedemann Reinhard, Prof. Dr. rer.nat.habil. Stefan Lochbrunner, Prof. Dr. rer.nat.habil. Sylvia Speller
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • haben sich in das Gebiet der bildgebenden mikroskopischen Techniken und ihrer Anwendung im Bereich der Lebenswissenschaften eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer auf dem Gebiet forschenden Gruppe zu beginnen • haben einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Spezialgebiet und kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene auf dem Gebiet • können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte biophysikalische Größen zu messen und Fragestellungen zu beantworten, und sind in der Lage, die erhaltenen Ergebnisse zu interpretieren • kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen • kennen bedeutende Entwicklungen auf dem Gebiet aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten • sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus dem Feld, das z. T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbständig Literatur zu recherchieren, die wichtigen Information herauszuarbeiten und diese verständlich darzustellen

Kategorie	Inhalt												
Lehrinhalte	<p>Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> Challenges of microscopy and spectroscopy under biologically compatible conditions Introduction to scientific questions in terms of interaction, sensing, material properties, protein function and cellular responses <p>Scanning probe microscopy based approaches</p> <ul style="list-style-type: none"> Force microscopy in liquids Receptor-ligand force spectroscopy Ion conductance microscopy of liquid cells <p>Optical methods</p> <ul style="list-style-type: none"> Fluorescence and confocal microscopy of biological sample Fluorescence lifetime imaging Fluorescence correlation spectroscopy Förster energy transfer in proteins Protein interaction and motion Optical imaging of neural activity Multiphoton, super resolution, and Raman microscopy Surface plasmon sensors Optical tweezers Brillouin scattering Recent developments in optical microscopy (e.g. light-sheet microscopy, tissue clearance methods, optical temperature sensing, scattering microscopy, quantitative phase microscopy, photothermal imaging) <p>Magnetic resonance based approaches</p> <ul style="list-style-type: none"> Magnetic resonance spectroscopy Magnetic resonance imaging Magnetic sensing Radical pair mechanisms <p>Electron microscopy</p> <ul style="list-style-type: none"> Imaging formation and contrast - TEM based structure determination of biomolecules In-vivo transmission electron microscopy 												
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.												
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Seminar</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	2 SWS	Vorlesung	2 SWS	Gesamt	4 SWS						
Seminar	2 SWS												
Vorlesung	2 SWS												
Gesamt	4 SWS												
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium												
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>50 Std.</td> </tr> <tr> <td>Strukturiertes Selbststudium</td> <td>25 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>25 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	50 Std.	Strukturiertes Selbststudium	25 Std.	Übungsaufgaben	25 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.												
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	50 Std.												
Strukturiertes Selbststudium	25 Std.												
Übungsaufgaben	25 Std.												
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.												
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.												
Prüfungsvorleistungen	Referat/Präsentation (20-30 Minuten)												
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>	Prüfungsleistung:	Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.								
Prüfungsleistung:	Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)												
	Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.												
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.												

Kategorie	Inhalt
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Climate of the Baltic Sea Region (summer school)

Kategorie	Inhalt												
Modulbezeichnung (englisch)	Climate of the Baltic Sea Region (summer school)												
Leistungspunkte	3												
Modulverantwortlich	MNF/IfPh/Physikalische Ozeanographie (JüIM)												
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Markus Meier												
Sprache	Englisch												
Zulassungsbeschränkung	Der Teilnehmerkreis ist beschränkt. Bewerbung erforderlich.												
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend												
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	Keine												
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Grundlegende Programmierkenntnisse												
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik												
Dauer des Moduls	1 Semester												
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester												
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • haben einen Überblick über das etablierte Wissen im Gebiet der Analyse und Modellierung des regionalen Klimasystems in der Ostseeregion erhalten und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer Forschungsgruppe zu beginnen, die regionale Klimasystemforschung betreibt • haben einen Überblick über das etablierte Wissen in diesem Spezialgebiet und kennen bedeutende Entwicklungen aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten • sind mit den Grundlagen der regionalen Klimaforschung und dem Klimadownscaling vertraut und haben damit die Grundlage zu tiefer greifenden Spezialisierungen 												
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamental processes in the regional climate system of the atmosphere, ocean and sea ice in the Baltic Sea region • Basic methods of analysis and modelling of the regional climate system • Statistical analysis of time series to identify changes in the regional climate • North Atlantic circulation and other patterns of large-scale circulation affecting the Baltic Sea and the adjacent river basin of the region • Wind-driven and thermohaline circulation of the Baltic Sea • Climate downscaling • Variability of circulation and regional climate change 												
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.												
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Seminar</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	1 SWS	Vorlesung	3 SWS	Gesamt	4 SWS						
Seminar	1 SWS												
Vorlesung	3 SWS												
Gesamt	4 SWS												
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium												
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Strukturiertes Selbststudium</td> <td>6 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>4 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	10 Std.	Strukturiertes Selbststudium	6 Std.	Übungsaufgaben	10 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	4 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	60 Std.												
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	10 Std.												
Strukturiertes Selbststudium	6 Std.												
Übungsaufgaben	10 Std.												
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	4 Std.												
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.												
Prüfungsvorleistungen	keine												
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Referat/ Präsentation (20 Minuten) - Gruppenpräsentation Diese Prüfungsleistung macht 50% der Modulnote aus.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (45 Minuten) Diese Prüfungsleistung macht 50% der Modulnote aus.</td> </tr> </table>	Prüfungsleistung:	Referat/ Präsentation (20 Minuten) - Gruppenpräsentation Diese Prüfungsleistung macht 50% der Modulnote aus.	Prüfungsleistung:	Klausur (45 Minuten) Diese Prüfungsleistung macht 50% der Modulnote aus.								
Prüfungsleistung:	Referat/ Präsentation (20 Minuten) - Gruppenpräsentation Diese Prüfungsleistung macht 50% der Modulnote aus.												
Prüfungsleistung:	Klausur (45 Minuten) Diese Prüfungsleistung macht 50% der Modulnote aus.												

Kategorie	Inhalt
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	Die Lehrveranstaltung findet nach Möglichkeit als Blockkurs im Rahmen einer internationalen Sommerschule mit acht Tagen Dauer statt.
Modulnummer	

Climate of the Earth System

Kategorie	Inhalt												
Modulbezeichnung (englisch)	Climate of the Earth System												
Leistungspunkte	6												
Modulverantwortlich	MNF/IfPh/Physikalische Ozeanographie (JüIM)												
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Markus Meier												
Sprache	Deutsch oder Englisch												
Zulassungsbeschränkung	keine												
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend												
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine												
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine												
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik												
Dauer des Moduls	1 Semester												
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester												
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • haben einen Überblick über das etablierte Wissen im Gebiet der Analyse und Modellierung des Klimasystems mit besonderem Fokus auf den Ozean erhalten und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer, Klimaforschung-betreibenden Gruppe zu beginnen • haben einen Überblick über das etablierte Wissen in diesem Spezialgebiet und kennen bedeutende Entwicklungen aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten • sind mit den Grundlagen der Klimaforschung und der Physik der großskaligen Zirkulation im Ozean betraut und haben damit die Grundlage zu tiefer greifenden Spezialisierungen 												
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamental processes in the Earth's climate system of the atmosphere, ocean, and sea ice • Fundamental statistical analysis methods and modelling of climate variability on Earth including anthropogenic global warming and other forcings • Time series analysis, multivariate data analysis, uncertainty analysis in statistical methods and strategies for statistical analysis of instrumental observational, proxy and model data • Global radiation models • Feedback mechanisms and tipping points in the Earth's climate system • Coupled climate models for atmosphere, ocean and sea ice • Spatial and temporal internal variability of the large-scale circulation • Paleoclimate variability and climate projections • In the exercises, necessary basic knowledge in scientific programming for the modelling and analysis of Earth system data is taught 												
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.												
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	3 SWS	Seminar	1 SWS	Gesamt	4 SWS						
Vorlesung	3 SWS												
Seminar	1 SWS												
Gesamt	4 SWS												
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium												
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Strukturiertes Selbststudium</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	40 Std.	Strukturiertes Selbststudium	40 Std.	Übungsaufgaben	30 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.												
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	40 Std.												
Strukturiertes Selbststudium	40 Std.												
Übungsaufgaben	30 Std.												
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.												
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.												
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben												

Kategorie	Inhalt
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Projektarbeit (4 Wochen)
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Coastal Ocean Processes

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Coastal Ocean Processes										
Leistungspunkte	3										
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer.nat.habil. Hans Burchard										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden haben einen Überblick über das etablierte Wissen in der Küsten- oceanographie erhalten. Die Studierenden kennen bedeutende Entwicklungen auf diesem Gebiet aus den letzten Jahrzehnten und haben eine Vorstellung davon, wie Phänomene in der Küstenozeane beobachtet werden können. Die Studieren- den kennen einige der analytischen Methoden, die in diesen Gebieten angewendet werden.										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Boundary layer flows • Ekman dynamics in shallow water • entrainment • dense bottom currents • river plumes • surface mixed layer • tidal flows • surface waves in shallow water • estuarine circulation • Knudsen relations • total exchange flow 										
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Seminar</td> <td>0.5 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>2.5 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	0.5 SWS	Vorlesung	2 SWS	Gesamt	2.5 SWS				
Seminar	0.5 SWS										
Vorlesung	2 SWS										
Gesamt	2.5 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>37 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>28 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>15 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	37 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	28 Std.	Übungsaufgaben	15 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	37 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	28 Std.										
Übungsaufgaben	15 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben										
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (45 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studien- ordnung.										
Hinweise	keine										

Kategorie	Inhalt
Modulnummer	

Computational Quantum and Many-Particle Physics

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Computational Quantum and Many-Particle Physics
Leistungspunkte	9
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Fennel, Prof. Dr. rer.nat.habil. Dieter Bauer
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	elementare Programmierkenntnisse in C/C++, Python oder Matlab
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erlernen die Grundlagen der numerischen Modellierung physikalischer Probleme der Quanten- und Vielteilchenphysik und können diese auf neue Fragestellungen anwenden • erlernen, den numerischen Rechenaufwand größenordnungsmäßig einzuschätzen, der beim Einsatz bestimmter Methoden zur Lösung von Problemen unterschiedlicher Komplexität erforderlich ist • erhalten einen Überblick über unterschiedliche Näherungen bei der computergestützten Lösung von Problemen und können deren Vor- und Nachteile gegeneinander abwägen • erlernen, eigenständig einfache physikalische Sachverhalte zu simulieren • haben das Grundlagenwissen, um in einer numerisch forschenden Gruppe auf dem Gebiet der Quanten- und Vielteilchenphysik mitzuarbeiten
Lehrinhalte	Root finding, numerical integration, finite differences, numerical solution of ordinary differential equations, convergence and stability analysis, optimization, stochastic models, eigenvalue problems, matrix inversion (modes, Schrödinger equation, band structure), partial differential equations (initial-value and boundary-value problems, time-dependent Schrödinger equation, Crank-Nicolson method, spectral method), many-particle simulations (density functional theory, particle-in-cell method, (quantum) molecular dynamics)
Literatur	Vorlesungsskript, weitere Empfehlungen werden in der Vorlesung gegeben.
Lehrveranstaltungen	Seminar 2 SWS Vorlesung 4 SWS Gesamt 6 SWS
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Programmieren, Selbststudium, Literaturstudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 90 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 90 Std. Übungsaufgaben 50 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 40 Std. Gesamtarbeitsaufwand 270 Std.
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben, Präsentation der Lösung einer Übungsaufgabe
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Referat/ Präsentation (30 Minuten) - 15 Minuten Präsentation, 15 Minuten Diskussion Diese Prüfungsleistung macht 50% der Modulnote aus. Prüfungsleistung: Projektarbeit (4 Wochen) Diese Prüfungsleistung macht 50% der Modulnote aus.

Kategorie	Inhalt
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Deutsch A1.1 GER

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	German A1.1 CEFR
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	Sprachenzentrum (SZ)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Hendrikje Paarmann MA
Sprache	Deutsch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Sprachniveau A1 GER
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Computer Science International M.Sc. Electrical Engineering M.Sc. Physik M.Sc. Computational Science and Engineering 27.02.2018 M.Sc. Computer Science International 04.08.2020 M.Sc. Electrical Engineering 20.04.2018 M.Sc. Informatik 28.09.2016 M.Sc. Physics of Life, Light and Matter 20.04.2018
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	jedes Semester
Lern- und Qualifikationsziele	<p>Grundlegende Ausbildung der Fertigkeiten und Kompetenzen auf dem Niveau A1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens, die eine basale Kommunikationsfähigkeit in alltags- und hochschulspezifisch geprägten Kontexten ermöglichen. Die Studierenden werden befähigt:</p> <p>Rezeption</p> <ul style="list-style-type: none"> • einfache gesprochene Texte zu verstehen, wenn diese langsam und deutlich gesprochen werden • Strategien zum verstehenden Hören anzuwenden • kurze, einfache geschriebene Alltagstexte zu vertrauten Themen global und selektiv zu lesen mit dem Ziel wichtige, konkrete Informationen zu entnehmen • Lesestrategien anzuwenden • die Bedeutung von unbekanntem Wörtern für ein konkretes Objekt oder eine Aktion zu erschließen, vorausgesetzt, dass der umgebende Text sehr einfach ist und es sich um bekannte Alltagsthemen handelt <p>Interaktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • einen elementaren sozialen Kontakt herzustellen, wobei Bemühungen auf Seiten des Partners erforderlich sind • sich zu Alltagsthemen zu äußern, Informationen auszutauschen, mit auswendig gelernten einfachen Wörtern und Wendungen angemessen zu reagieren <p>Produktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • sich in isolierten Phrasen, einzelnen Wörtern oder einfachen Sätzen zu persönlichen Themen, Personen und Orten schriftlich und mündlich zu äußern <p>Linguistische Kompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> • dem Niveau A 1.1 entsprechende einfache grammatische Strukturen und einen begrenzten Grundwortschatz zu erwerben

Kategorie	Inhalt										
	<ul style="list-style-type: none"> die Orthographie und die richtige Aussprache und Satzintonation zu erlernen, wobei Bemühungen auf Seiten des Gesprächspartners erforderlich sind 										
	<p>Mediation</p> <ul style="list-style-type: none"> Kompensationsstrategien (einfache Ausdrücke, Zeichen oder nonverbale Signale) in Alltagssituationen einzusetzen, um diese zu bewältigen 										
	<p>Plurilinguale und plurikulturelle Kompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> plurilinguale Strategien zu nutzen (z.B. Internationalismen), um sprachliche Situationen zu bewältigen und die neue Sprache zu lernen plurikulturelle Situationen in Ansätzen zu bewältigen ein interkulturelles Orientierungswissen zu erwerben 										
	<p>Allgemeine Strategien</p> <ul style="list-style-type: none"> einfache Strategien zu nutzen, die eine Verständigung trotz noch geringer Sprachkenntnisse ermöglichen Strategien zu nutzen, um den eigenen Lernprozess effektiver zu gestalten und damit die eigene Lernfähigkeit zu verbessern 										
Lehrinhalte	<p>Der Kurs vermittelt und wendet an:</p> <ul style="list-style-type: none"> morphosyntaktische, lexikalische und textuelle Mittel, um <ul style="list-style-type: none"> Personen zu begrüßen und zu verabschieden, nach dem Befinden zu fragen, sich und andere vorzustellen Fragen zu Person, Studium, Familie zu verstehen und zu beantworten einen elementaren sozialen Kontakt herzustellen (Komplimente machen, über Hobbys, Fähigkeiten, Vorlieben, Essgewohnheiten sprechen, sich verabreden, einen Vorschlag machen und darauf reagieren, jemanden einladen, um etwas bitten, sich bedanken) einfache persönliche E-Mails und SMS zu schreiben sowie Formulare ausfüllen eine Einkaufssituation zu bewältigen (nach Preisen fragen, um Hilfe bitten und Hilfe anbieten, etwas bewerten) Objekte zu beschreiben, Produktinformationen zu verstehen; zu sagen, was man braucht nach unbekanntem Wörtern zu fragen, Wörter zu buchstabieren, um Wiederholung zu bitten Lernstrategien wie Wortschatzarbeit mit Farbkodierung, Mindmap Strategien im Umgang mit dem Wörterbuch 										
Literatur	keine										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Übung (Anwesenheitspflicht)</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Übung (Anwesenheitspflicht)	4 SWS	Gesamt	4 SWS						
Übung (Anwesenheitspflicht)	4 SWS										
Gesamt	4 SWS										
Lernformen	keine										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Strukturiertes Selbststudium</td> <td>50 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.	Strukturiertes Selbststudium	50 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.										
Strukturiertes Selbststudium	50 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.										
Prüfungsvorleistungen	<p>Anwesenheitspflicht in den Veranstaltungsarten: Übung</p> <p>Prüfungsvorleistungen können sein: berufs- und studienbezogene Schriftstücke und Gespräche, Lektüre fachbezogener Literatur, Fallstudien, Präsentationen. Die genaue Prüfungsvorleistung wird spätestens in der zweiten Semesterwoche durch die Lehrkraft bekannt gegeben.</p>										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten)										

Kategorie	Inhalt
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	Über die Zulassung von Hilfsmitteln entscheidet der Prüfungsausschuss. Gegebenenfalls kann es einen abweichenden Semesterturnus geben. Auf der Homepage des Sprachenzentrums kann jeweils zum Beginn eines Semesters das aktuelle Angebot des Sprachenzentrums eingesehen werden.
Modulnummer	9109150

Einführung in die allgemeine Mikrobiologie für Agrarwissenschaften

Kategorie	Inhalt				
Modulbezeichnung (englisch)	Introduction to General Microbiology for Agricultural Scientists				
Leistungspunkte	6				
Modulverantwortlich	MNF/IfBI/Mikrobiologie				
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Mirko Basen				
Sprache	Deutsch				
Zulassungsbeschränkung	Maximal 20 Studierende der AUF				
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend				
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine				
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine				
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik B.Sc. Agrarwissenschaften 22.07.2021				
Dauer des Moduls	1 Semester				
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester				
Lern- und Qualifikationsziele	In diesem Modul erwerben die Studierenden Grundkenntnisse über Eigenschaften, Einteilung und Differenzierung von Mikroorganismen (Bacteria, Archaea, eukaryotische Mikroorganismen) und Viren, deren Besonderheiten und Bedeutung für Mensch und Umwelt. Dieses soll sie in die Lage versetzen, die Besonderheiten von Mikroorganismen einschätzen und ihre Bedeutung im Organismenreich beurteilen zu können. Die Studierenden erlangen damit die Fähigkeit, Möglichkeiten und Limitationen der Mikrobiologie in der universitären und industriellen Grundlagenforschung sowie der angewandten Forschung einschätzen zu können.				
Lehrinhalte	<p>In den Vorlesungen erhalten die Studierenden eine allgemeine Einführung in die Geschichte der Mikrobiologie, ihre Bedeutung für den Menschen, Aufbau und Eigenschaften von Mikroorganismen sowie deren taxonomische Einteilung. Weiterhin werden Desinfektion, Sterilisation, Antibiotika und Grundlagen der Genexpression besprochen.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mikroorganismen als Zellen: Die Bedeutung der Mikroorganismen für den Menschen; Die historischen Wurzeln der Mikrobiologie 2. Struktur der prokaryotischen Zelle: Die Struktur und Funktion der Cytoplasmamembran; Die Zellwand der Prokaryoten: Peptidoglykan und verwandte Moleküle; Die äußere Membran Gram-negativer Bakterien; Zellwandsynthese und Zellteilung; Geißeln und Beweglichkeit; Zelloberflächenstrukturen und Zelleinschlüsse; Vergleich prokaryotischer und eukaryotischer Zellen 3. Mikrobielles Wachstum: Wachstum von Zellpopulationen; Wachstumsmessung; Die kontinuierliche Kultur im Chemostat; Einfluss von Umweltfaktoren auf das Wachstum (Temperatur, pH, Sauerstoff, Osmose) <p>Kontrolle des mikrobiellen Wachstums Sterilisationsverfahren; Antibiotika Viren Allgemeine Eigenschaften von Viren. Überblick über Bakterienviren und Tierviren. Prokaryotische Vielfalt Bacteria, Archaea Grundlagen der Regulation der Genexpression bei Bakterien Unterschiede in der Genexpression zwischen Prokaryoten und Eukaryoten</p>				
Literatur	keine				
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td style="text-align: right;">4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td style="text-align: right;">4 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	4 SWS	Gesamt	4 SWS
Vorlesung	4 SWS				
Gesamt	4 SWS				
Lernformen	Selbststudium, Literaturstudium				

Kategorie	Inhalt
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 60 Std.
	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 50 Std.
	Strukturiertes Selbststudium 40 Std.
	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 30 Std.
	Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (60 Minuten)
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	2700600

From Molecules to Solids

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	From Molecules to Solids
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Oliver Kühn
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • haben sich in die Grundlagen der Molekülphysik und der Festkörperphysik und der damit verbundenen theoretischen Aspekte eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer experimentell bzw. theoretisch forschenden Gruppe auf dem Gebiet zu beginnen • haben einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Spezialgebiet • kennen bedeutende Entwicklungen auf dem Gebiet aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten • kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene auf dem Gebiet • sind mit den mathematischen Techniken vertraut, die zur Herleitung und Anwendung der Methoden herangezogen werden • sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus der modernen Physik, das z. T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbständig Literatur zu recherchieren

Kategorie	Inhalt										
Lehrinhalte	<p>Basics of Molecular Physics</p> <ul style="list-style-type: none"> • molecular Schrödinger equation • Born-Oppenheimer approximation • potential energy surfaces • vibrations • nonadiabatic transitions <p>Basics of Solid State Physics</p> <ul style="list-style-type: none"> • reciprocal lattice • one-dimensional models • system with reduced dimensionality • band structure • phonons • exciton <p>Electronic structure theory in real and reciprocal space</p> <ul style="list-style-type: none"> • wave function based methods (Hartree Fock, configuration interaction) • density functional theory <p>Dynamics</p> <ul style="list-style-type: none"> • wave packet dynamics • quantum-classical dynamics (Ehrenfest, surface hopping) <p>Elementary processes</p> <ul style="list-style-type: none"> • optical excitation • phase and energy relaxation • charge and excitation energy transfer <p>Systems</p> <ul style="list-style-type: none"> • isolated molecules • molecules in environment (solvent, protein) • solids • interfaces 										
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	3 SWS	Seminar	1 SWS	Gesamt	4 SWS				
Vorlesung	3 SWS										
Seminar	1 SWS										
Gesamt	4 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>70 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	70 Std.	Übungsaufgaben	30 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	70 Std.										
Übungsaufgaben	30 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben oder Referat/Präsentation (20-30 Minuten)										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>	Prüfungsleistung:	Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.						
Prüfungsleistung:	Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)										
	Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Hinweise	keine										
Modulnummer											

General Relativity

Kategorie	Inhalt								
Modulbezeichnung (englisch)	General Relativity								
Leistungspunkte	3								
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)								
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Boris Hage, Prof. Dr. rer. nat. Friedemann Reinhard, Prof. Dr. rer. nat. Stefan Scheel, Prof. Dr. rer.nat.habil. Ronald Redmer								
Sprache	Deutsch oder Englisch								
Zulassungsbeschränkung	keine								
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert								
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine								
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Kenntnisse der Speziellen Relativitätstheorie								
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik								
Dauer des Moduls	1 Semester								
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig im Sommersemester								
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können den mathematischen Formalismus zur Beschreibung gekrümmter Räume anwenden. • erwerben Wissen zur Anwendung dieses Formalismus zur Beschreibung von Gravitation und zu grundlegenden Phänomenen in Gravitationsfeldern. • erhalten einen Überblick zum aktuellen Stand der Gravitationsforschung durch Beobachtungen, Experimente und Theorie. 								
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Riemannian geometry, metric tensor, curvature tensor • Einstein's gravitational field equation • Motion in curved space-time • Schwarzschild metric • Black holes and physics in their vicinity • Gravitational waves, theoretical description and experimental detection 								
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.								
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>2 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	2 SWS	Gesamt	2 SWS				
Vorlesung	2 SWS								
Gesamt	2 SWS								
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium								
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	30 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	30 Std.								
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	40 Std.								
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.								
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.								
Prüfungsvorleistungen	keine								
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (45 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.								
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.								
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studien- ordnung.								
Hinweise	Dieses Modul findet im Sommersemester zweijährlich statt (im Wechsel mit „Introduction to Quantum Field Theory“).								
Modulnummer									

Hydrodynamics

Kategorie	Inhalt						
Modulbezeichnung (englisch)	Hydrodynamics						
Leistungspunkte	6						
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)						
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Lars Umlauf						
Sprache	Deutsch oder Englisch						
Zulassungsbeschränkung	keine						
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert						
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Module der Analysis						
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik M.Sc. Mathematik B.Sc. Physik M.Sc. Physik						
Dauer des Moduls	1 Semester						
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester						
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erlernen die allgemeinen mathematischen Konzepte zur Beschreibung der Kinematik von Fluiden sowie die physikalischen Gesetze der Fluidmechanik. • verstehen das Materialverhalten und die Thermodynamik einfacher viskoser, wärmeleitender Fluide (Newtonsche Fluide) und die sich daraus ergebenden Bewegungsgleichungen (Navier-Stokes-Gleichungen). • können ausgehend von diesen Gleichungen Spezialgleichungen für einfache Sonderfälle herleiten (z.B. für reibungsfreie oder inkompressible Fluide) und verstehen die Bedingungen, unter denen diese Gleichungen Gültigkeit besitzen. Dichteeffekte und rotierende Bezugssysteme, die in geophysikalischen Problemen eine wichtige Rolle spielen, werden hierbei vertieft betrachtet. • erlernen, die allgemeinen Bewegungsgleichungen der Fluide für konkrete Probleme anzuwenden, systematisch zu vereinfachen und mathematische Lösungen herzuleiten. Diese Fähigkeiten werden in den begleitenden Übungsaufgaben weiter vertieft. 						
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematical fundamentals of fluid mechanics • Kinematics of fluids • Conservation laws for fluids in moving reference systems • Material laws, thermodynamics of fluids • Equations of motion for Newtonian and frictionless fluids (Navier-Stokes and Euler equations) • Bernoulli equations • Surface gravity waves • Scaling • Simple geophysical applications 						
Literatur	Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben						
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Seminar</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	2 SWS	Vorlesung	2 SWS	Gesamt	4 SWS
Seminar	2 SWS						
Vorlesung	2 SWS						
Gesamt	4 SWS						
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium						
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.
Präsenzzeit	60 Std.						
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.						
Übungsaufgaben	40 Std.						

Kategorie	Inhalt				
	<table border="0"> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.				
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.				
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben				
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>	Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)				
	Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.				
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.				
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.				
Hinweise	Wurde dieses Modul bereits im B.Sc Physik als Wahlmodul belegt, muss im M.Sc. Physik in der Studienrichtung „Physics of Ocean, Atmosphere, and Space“ ein Ersatzmodul aus dem entsprechenden Wahlpflichtkatalog belegt werden.				
Modulnummer					

Intense Laser-Matter Interaction

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Intense Laser-Matter Interaction
Leistungspunkte	9
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Fennel, Prof. Dr. rer.nat.habil. Dieter Bauer
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Grundkenntnisse in Elektrodynamik, Festkörper- und Quantenphysik
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erwerben grundlegende Kenntnisse über die Wechselwirkung intensiver Laserstrahlung mit Materie • lernen die Theorie, wie intensive Laserpulse erzeugt und charakterisiert werden und welche Phänomene bei isolierten Atomen in intensiven Laserfeldern auftreten • erlernen, welche zusätzlichen Effekte in kondensierter Materie und Nahfeldern hinzukommen und werden in die Lage versetzt, intensive Laser-Materie-Wechselwirkung theoretisch und numerisch zu beschreiben • verstehen den Zusammenhang mit den Untersuchungen, die in den experimentell arbeitenden Gruppen auf dem Gebiet durchgeführt werden

Kategorie	Inhalt										
Lehrinhalte	<p>Intense lasers</p> <ul style="list-style-type: none"> • high laser intensities • few-cycle pulses • characterization and shaping of laser pulses • multi-color pulses <p>Atoms and molecules in intense laser fields</p> <ul style="list-style-type: none"> • multiphoton • above-threshold, and tunnel ionization • strong-field approximation • quantum trajectories • Floquet theory • high-harmonic generation • imaging of electronic structure and dynamics <p>Intense laser-matter interaction in near fields</p> <ul style="list-style-type: none"> • plasmons • electrostatic and electromagnetic near-field enhancements • electron dynamics in inhomogeneous fields • ponderomotive force • control of the recollision dynamics • collective effects <p>Condensed matter in intense laser fields</p> <ul style="list-style-type: none"> • band structure • coupling to the laser field • dynamics in position and momentum space • high-harmonic generation in solids • finite systems • edge states • topological effects • sub-cycle ionization in solids • plasma generation 										
Literatur	Empfehlungen werden in der Vorlesung gegeben										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>6 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	4 SWS	Seminar	2 SWS	Gesamt	6 SWS				
Vorlesung	4 SWS										
Seminar	2 SWS										
Gesamt	6 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Programmieren, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>110 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>270 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	90 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	110 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.
Präsenzzeit	90 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	110 Std.										
Übungsaufgaben	40 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben, Präsentation der Lösung einer Übungsaufgabe										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>	Prüfungsleistung:	Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.						
Prüfungsleistung:	Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)										
	Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Hinweise	keine										
Modulnummer											

International Space Weather Camp (Summer School)

Kategorie	Inhalt								
Modulbezeichnung (englisch)	International Space Weather Camp (Summer School)								
Leistungspunkte	3								
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)								
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	keine								
Sprache	Englisch								
Zulassungsbeschränkung	Der Teilnehmerkreis ist beschränkt. Bewerbung erforderlich								
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend								
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine								
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Einführung in die Atmosphärenphysik, Physik der Ionosphäre								
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik								
Dauer des Moduls	1 Semester								
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester								
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen die theoretischen Grundlagen des Weltraumwetters, d.h., der solaren Prozesse sowie unterschiedlicher Bedingungen im Sonnenwind, in der Magnetosphäre, Ionosphäre und Thermosphäre der Erde, die die Leistung und Zuverlässigkeit weltraum- und bodengestützter technischer Systeme beeinträchtigen können • lernen die praktischen Anwendungen des Weltraumwetters sowie der Sonnen- und Weltraumphysik kennen • erwerben Kenntnisse und Fertigkeiten in praktischen Projekten und Experimenten 								
Lehrinhalte	Introduction into the ambient plasma of the ionosphere and plasmasphere up to the plasmopause, magnetic fields, solar radiation, the solar wind and how disturbances of those influence the functioning and reliability of space-borne and ground-based systems and services. This will include affected technologies in communication, navigation, aviation, satellite operations, human space flight, electrical grid operation and land prospecting.								
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Prölss: Physik des erdnahen Weltraums • Hargreaves: The solar-terrestrial environment • Baker: The Scientific Foundation of Space Weather • Moldwin: An Introduction to Space Weather • Russell, Luhmann, Strangeway: Space Physics - An Introduction • Bothmer, Daglis: Space Weather – Physics and Effects • Song, Singer, Siscoe: Space Weather • Kallenrode: Space Physics; An Introduction to Plasmas and Particles in the Heliosphere and Magnetospheres 								
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Praktikumsveranstaltung (Anwesenheitspflicht)</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>5 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	3 SWS	Praktikumsveranstaltung (Anwesenheitspflicht)	2 SWS	Gesamt	5 SWS		
Vorlesung	3 SWS								
Praktikumsveranstaltung (Anwesenheitspflicht)	2 SWS								
Gesamt	5 SWS								
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium								
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>75 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>5 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	75 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	10 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	5 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	75 Std.								
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	10 Std.								
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	5 Std.								
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.								
Prüfungsvorleistungen	Anwesenheitspflicht in den Veranstaltungsarten: Praktikumsveranstaltung								

Kategorie	Inhalt
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (45 Minuten) oder Referat/ Präsentation (20 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche. Diese Prüfungsleistung ist unbenotet.
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	Die Lehrveranstaltung findet als Blockkurs im Rahmen einer internationalen Sommerschule mit 3 Wochen Dauer statt. Ansprechpartner: Dr. Jens Berdermann (Institut für Solar-Terrestrische Physik, Neustrelitz)
Modulnummer	

Introduction to Atmospheric Physics

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Introduction to Atmospheric Physics										
Leistungspunkte	6										
Modulverantwortlich	MNF/IfPh/Atmosphärenphysik (BerIM)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Claudia Stolle										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert										
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	keine										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • sind mit experimentellen und theoretischen Grundlagen der Atmosphärenphysik vertraut und haben damit die Grundlage zu tiefer greifenden Spezialisierungen • haben einen Überblick über das aktuelle Wissen und Fragestellungen in der Atmosphärenphysik und kennen bedeutende Entwicklungen aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten 										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Characteristics of the atmosphere • atmospheric layers • basic concepts of atmospheric physics • fundamental physical processes in the atmosphere • importance of solar radiation • energy balance • ozone layer • application of the equations of motion to atmospheric dynamics • atmospheric variabilities 										
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Liljequist: Allgemeine Meteorologie • Holton: An Introduction to dynamic meteorology • Prölss: Physics of the Earth's Space Environment: An Introduction 										
Lehrveranstaltungen	<table> <tr> <td>Seminar</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	1 SWS	Vorlesung	3 SWS	Gesamt	4 SWS				
Seminar	1 SWS										
Vorlesung	3 SWS										
Gesamt	4 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.										
Übungsaufgaben	40 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										

Kategorie	Inhalt
Hinweise	keine
Modulnummer	

Introduction to Quantum Field Theory

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Introduction to Quantum Field Theory
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Scheel, Prof. Dr. rer.nat.habil. Dieter Bauer
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Fortgeschrittene Quantentheorie/Advanced Quantum Theory
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig im Sommersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erlernen die Grundlagen der Feldtheorie und wie man Feldtheorien quantisiert. Die Studierenden lernen am Beispiel der Quantenelektrodynamik Eichfelder und kovariante Propagatoren kennen • erlernen, wie Wirkungsquerschnitte in Störungstheorie mittels Feynman-Regeln und -Diagrammen berechnet werden können • begreifen, warum Divergenzen auftreten und Korrekturen und Renormierungen nötig sind • lernen als weitere Quantisierungsmethode den Pfadintegralformalismus kennen sowie dessen Analogie zur Statistischen Physik • Studierende wenden quantenfeldtheoretische Methoden an, um Phänomene in kondensierter Materie zu beschreiben
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Lagrange field theory • symmetries • conservation laws • Klein-Gordon field • covariant commutator relations • propagators • Dirac field • electromagnetic gauge invariance • covariant theory of photons • scattering matrix • Wick theorem • Feynman rules and diagrams of quantum electrodynamics (QED) • QED in lowest order • Bhabha and Compton scattering • radiative corrections • self-energies • renormalization • Lamb shift • photon-photon scattering • path integral approach • symmetry breaking and phase transitions • quantum liquids • superconductivity • quantum Hall effect(s) and topology
Literatur	Empfehlungen werden in der Vorlesung gegeben.

Kategorie	Inhalt
Lehrveranstaltungen	Vorlesung 2 SWS
	Seminar 2 SWS
	Gesamt 4 SWS
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 60 Std.
	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std.
	Übungsaufgaben 20 Std.
	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 40 Std.
	Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Referat/ Präsentation (40 Minuten) - 20 Minuten Präsentation, 20 Minuten Diskussion
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	Dieses Modul findet im Sommersemester zweijährlich statt (im Wechsel mit „General Relativity“).
Modulnummer	

Introduction to Quantum Optics

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Introduction to Quantum Optics										
Leistungspunkte	9										
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Boris Hage, Prof. Dr. rer. nat. Stefan Scheel										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Grundlagenwissen in Elektrodynamik, Atomphysik und Quantenmechanik										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik M.Sc. Physik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • gewinnen einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Gebiet, kennen bedeutende Entwicklungen aus den letzten Jahrzehnten und haben eine Vorstellung von aktuellen Fragestellungen • kennen die theoretischen und experimentellen Methoden der Quantenoptik • können beurteilen, welche Methoden sich anbieten, um bestimmte physikalische Fragestellungen zu bearbeiten • sind mit den mathematischen Techniken vertraut, die zur Herleitung und Anwendung der Methoden herangezogen werden • kennen experimentelle Techniken der Quantenoptik und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen 										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Quantisation of the free electromagnetic field, quantum optical modes, the photon, ground state fluctuations, quantum states of light • Quantum state representations in phase space, quantum state reconstruction, measurement devices and techniques • Definition and verification of nonclassical properties of light, entanglement • Optical elements and building blocks in quantum optics • Quantum atom – light interaction, spontaneous decay, Lamb shift, optical transitions, optical Bloch equations, Rabi cycling, Jaynes-Cummings model <p>Throughout the lecture course, relations and implications towards some state-of-the-art ideas and problems in the field are touched upon.</p>										
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>6 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	4 SWS	Seminar	2 SWS	Gesamt	6 SWS				
Vorlesung	4 SWS										
Seminar	2 SWS										
Gesamt	6 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>270 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	90 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	90 Std.	Übungsaufgaben	60 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.
Präsenzzeit	90 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	90 Std.										
Übungsaufgaben	60 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben oder Referat/Präsentation (20-30 Minuten)										

Kategorie	Inhalt
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Ionosphere Weather at low Latitudes

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Ionosphere Weather at low Latitudes										
Leistungspunkte	3										
Modulverantwortlich	MNF/IfPh/Atmosphärenphysik (BerIM)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Jorge Luis Chau Chong Shing										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> haben sich in die theoretischen Grundlagen und beobachteten Phänomene der Physik der Ionosphäre, mit Schwerpunkt Ionosphärenwetter bei geringen Breiten, eingearbeitet werden vertraut gemacht mit den notwendigen mathematischen und physikalischen Grundlagen (Elektromagnetismus, Plasmaphysik) haben einen Überblick über das etablierte Wissen in diesen Spezialgebieten und kennen bedeutende Entwicklungen aus den letzten Jahren haben damit die Grundlage zu tiefer greifenden Spezialisierungen 										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Ionospheric formation: Sources, sinks, chemical reactions Fundamentals of atmospheric and ionospheric plasma dynamics Low latitude electrodynamics Low latitude plasma instabilities Ionosphere coupling with the lower atmosphere 										
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> The Earth's Ionosphere: Plasma Physics & Electrodynamics, by M. C. Kelley Ionospheres: Physics, Plasma Physics, and Chemistry, by R. Schunk and A. Nagy 										
Lehrveranstaltungen	<table> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>0.5 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>2.5 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	2 SWS	Seminar	0.5 SWS	Gesamt	2.5 SWS				
Vorlesung	2 SWS										
Seminar	0.5 SWS										
Gesamt	2.5 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>37 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>28 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>15 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	37 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	28 Std.	Übungsaufgaben	15 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	37 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	28 Std.										
Übungsaufgaben	15 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.										
Prüfungsvorleistungen	keine										
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (45 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Hinweise	keine										
Modulnummer											

Laser Physics

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Laser Physics
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer.nat.habil. Alexander Szameit
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	Keine
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Grundwissen Optik/Elektrodynamik/Quantenmechanik/Festkörperphysik
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erwerben Wissen um die grundlegenden und etablierten Konzepte der Laserphysik, insbesondere Aufbau, Funktionsweise und Modellierung von Lasern • kennen die experimentellen Techniken, die in dem Gebiet eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen • kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene auf dem Gebiet

Kategorie	Inhalt										
Lehrinhalte	<p>Properties of laser radiation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spectral • temporal • spatial shape • coherence, propagation <p>Absorption- and emission lines:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pumping mechanisms • level schemes <p>Laser resonators:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stability • spatial and spectral properties • standing/travelling wave resonators <p>Types of lasers:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gas/dye/solid state/semiconductor laser media • Discharge / optical / electronic / chemical pumping <p>Semiclassical laser theory:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rate equations • dynamic behavior • steady state <p>Ultra-short pulse laser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • generation • peak power • pulse energy • time–bandwidth limit 										
Literatur	Lasers, von Anthony Siegman										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	2 SWS	Seminar	2 SWS	Gesamt	4 SWS				
Vorlesung	2 SWS										
Seminar	2 SWS										
Gesamt	4 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.										
Übungsaufgaben	40 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben oder Referat/Präsentation (20-30 Minuten)										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>	Prüfungsleistung:	Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.						
Prüfungsleistung:	Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)										
	Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Hinweise	Keine										
Modulnummer											

Masterarbeit Physik

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Master Thesis Physics
Leistungspunkte	30
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prüfungsamt/ Studienbüro
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - spezialisierend
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	Es kann der Erwerb von mindestens 72 Leistungspunkten im Studiengang nachgewiesen werden. Die Modulprüfungen der Module „Research Phase 1: In-depth Knowledge Acquisition“ und „Research Phase 2: Method Training“ wurden erfolgreich abgelegt.
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	keine
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	jedes Semester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können sich in ein neues Forschungsgebiet selbstständig einarbeiten und können sich einen Überblick über die Fachliteratur zu einem Forschungsprojekt verschaffen. • sind in der Lage, sich in die Messmethoden oder theoretischen Konzepte eines Forschungsgebietes einzuarbeiten. • beherrschen die Bedienung komplexer Messapparaturen oder können umfangreiche Computerprogramme einsetzen, um Probleme numerisch zu lösen. • können sich in ein Forscherteam integrieren. • sind in der Lage, komplexe physikalische Sachverhalte und eigene Forschungsergebnisse im Kontext der aktuellen internationalen Forschung umfassend zu diskutieren und in einer wissenschaftlichen Arbeit darzustellen. • können in einem wissenschaftlichen Vortrag ihre eigenen Ergebnisse im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft auf dem Gebiet darstellen. Die Studierenden können in einer wissenschaftlichen Diskussion auch mit kritischen Fragen umgehen und ihre eigenen Resultate fundiert vertreten. • handeln nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis.
Lehrinhalte	keine
Literatur	keine
Lehrveranstaltungen	Konsultation 1 SWS Gesamt 1 SWS
Lernformen	keine
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 15 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 885 Std. Gesamtarbeitsaufwand 900 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Abschlussarbeit (20 Wochen) - etwa 40-80 Seiten Diese Prüfungsleistung macht 66,6% der Modulnote aus. Prüfungsleistung: Kolloquium (50 Minuten) - 20 Minuten Vortrag und 30 Minuten Diskussion Diese Prüfungsleistung macht 33,3% der Modulnote aus.
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.

Kategorie	Inhalt
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Modern Nanostructures 1: Basics and Synthesis Methods

Kategorie	Inhalt												
Modulbezeichnung (englisch)	Modern Nanostructures 1: Basics and Synthesis Methods												
Leistungspunkte	6												
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)												
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Ronny Brandenburg, Prof. Dr. rer.nat.habil. Tobias Korn, Prof. Dr. sc. Christian Klinke												
Sprache	Deutsch oder Englisch												
Zulassungsbeschränkung	keine												
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert												
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine												
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine												
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik M.Sc. Physik												
Dauer des Moduls	1 Semester												
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester												
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> haben ihr in der Festkörperphysik erworbenes Wissen in materialwissenschaftlichen Fragestellungen erweitert, kennen alle wesentlichen Nanotechniken zur Erzeugung neuer Materialien und kennen ihre neuen Eigenschaften anhand wichtiger Anwendungen auch durch eigene Seminarbeiträge kennen bedeutende Entwicklungen auf dem Gebiet aus den letzten Jahren und haben eine Vorstellung von aktuellen ungelösten Fragestellungen auf dem Gebiet 												
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Repetition: Quantum mechanics – Basics and selected examples; Solid state physics – Reciprocal space, Band structure, Dielectric funktion, Photons, Phonons, Plasmons; Semiconductors – Materials, Light-matter interaction, Excitons, Relevance for industry; Dimensionality and electronic properties (e.g. density of states), Systems: Nanoparticles, Nanoclusters, Nanowires, Layered materials, lithographic structures Syntheses: Photo/EUV lithography; Nanolithography; Epitaxy; ALD, CVD/ PVD; Etching; wet-chemical, colloidal syntheses; Technical plasma; Nanoparticle and nanomaterial syntheses with plasmas Mechanisms: Self-assembly, self-organized materials, Nucleation and growth 												
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.												
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Seminar</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	1 SWS	Vorlesung	3 SWS	Gesamt	4 SWS						
Seminar	1 SWS												
Vorlesung	3 SWS												
Gesamt	4 SWS												
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium												
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Strukturiertes Selbststudium</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	40 Std.	Strukturiertes Selbststudium	40 Std.	Übungsaufgaben	20 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.												
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	40 Std.												
Strukturiertes Selbststudium	40 Std.												
Übungsaufgaben	20 Std.												
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.												
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.												
Prüfungsvorleistungen	Referat/Präsentation (20-30 Minuten)												

Kategorie	Inhalt
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Modern nanostructures 2: Analysis and specific systems

Kategorie	Inhalt												
Modulbezeichnung (englisch)	Modern nanostructures 2: Analysis and specific systems												
Leistungspunkte	6												
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)												
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Ronny Brandenburg, Prof. Dr. rer.nat.habil. Tobias Korn, Prof. Dr. sc. Christian Klinke												
Sprache	Deutsch oder Englisch												
Zulassungsbeschränkung	keine												
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend												
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine												
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Modern nanostructures 1: Basics and synthesis												
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik M.Sc. Physik												
Dauer des Moduls	1 Semester												
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester												
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen die wichtigsten Untersuchungsmethoden zur Charakterisierung der Struktur und Dynamik neuer Materialien, mit Schwerpunkt auf den Methoden für die moderne Nanotechnologie. Sie können sich eigenständig in ausgewählte Techniken einarbeiten. • sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus der modernen Physik, das z.T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbstständig Literatur zu recherchieren. 												
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Microscopy: TEM, SEM (Scanning Probe Techniques: AFM, STM, SNOM) • Spectroscopy: Basics, optical spectroscopy (CW/steady state, absorption, fluorescence, phosphorescence, Raman); Time-resolved spectroscopy • Carbon-base nanostructures: Fullerenes, Nanotubes, Graphene • Modern semiconductor nanostructures (0D, 1D, 2D): colloidal systems, systems beyond graphene, plasma-generated materials, catalytical systems, plasmonic systems 												
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.												
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Seminar</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	1 SWS	Vorlesung	3 SWS	Gesamt	4 SWS						
Seminar	1 SWS												
Vorlesung	3 SWS												
Gesamt	4 SWS												
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium												
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Strukturiertes Selbststudium</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	40 Std.	Strukturiertes Selbststudium	40 Std.	Übungsaufgaben	20 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.												
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	40 Std.												
Strukturiertes Selbststudium	40 Std.												
Übungsaufgaben	20 Std.												
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.												
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.												
Prüfungsvorleistungen	Referat/Präsentation (20-30 Minuten)												
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.												
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.												
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studien- ordnung.												
Hinweise	keine												

Kategorie	Inhalt
Modulnummer	

Molecular and Cellular Biophysics

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Molecular and Cellular Biophysics
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Kolb, Prof. Dr. rer.nat.habil. Stefan Lochbrunner, Prof. Dr. rer.nat.habil. Sylvia Speller
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • haben sich in das Gebiet der Biophysik auf der molekularen und zellulären Ebene und in die damit verbundenen Konzepte, methodischen Aspekte, zugrundeliegenden Modellvorstellungen eingearbeitet und haben einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Gebiet. • sind in der Lage, darauf aufbauend mit einer Masterarbeit in einer auf dem Gebiet forschenden Gruppe zu beginnen. • kennen bedeutende Entwicklungen auf dem Gebiet aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten. Die Studierenden kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene auf dem Gebiet. • kennen die experimentellen Techniken, die in dem Gebiet eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen. • sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus der modernen Physik, das z. T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbständig Literatur zu recherchieren.

Kategorie	Inhalt										
Lehrinhalte	<p>Introduction to Biomolecules and Cells</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biomolecules, structure and function: amino acids, proteins, enzymes, nucleic acids, DNA • Central dogma: biosynthesis, transcription, translation • Membranes and transport channels • Structure and organelles of cells • Cellular programs: division, differentiation, repair, apoptosis, cancer • Transport and traffic <p>Electric Properties and Fields</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electrical properties of cell membranes: resting potential, Nernst equation, Goldman-Hodgkin-Katz equation, excitable vs non-excitable cells, Hodgkin-Huxley membrane model • Manipulation of cellular properties and functions by pulsed electric fields, electromagnetic exposures, and non-thermal plasmas, and their application towards diagnostic and treatment of disease <p>Nanoprobng and Biophysical Interactions</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nanoprobng methods for biology • Protein layers and specific binding • Aspects of cell-surface contacts <p>Optical Techniques in Biophysics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microscopy: principles, confocal, multi-photon, super resolution, Raman • Fluorescence and Förster transfer 										
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Seminar</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	1 SWS	Vorlesung	3 SWS	Gesamt	4 SWS				
Seminar	1 SWS										
Vorlesung	3 SWS										
Gesamt	4 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.										
Übungsaufgaben	40 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Referat/Präsentation (20-30 Minuten)										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>	Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.						
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)										
	Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Hinweise	keine										
Modulnummer											

Nonlinear Optics and Spectroscopy

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Nonlinear Optics and Spectroscopy
Leistungspunkte	9
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Oliver Kühn, Prof. Dr. rer.nat.habil. Stefan Lochbrunner
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • haben sich in das Gebiet der Nichtlinearen Optik und Spektroskopie und den damit verbundenen experimentellen und theoretischen Aspekten eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer experimentell bzw. theoretisch forschenden Gruppe auf dem Gebiet zu beginnen. Die Studierenden haben einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Spezialgebiet • kennen bedeutende Entwicklungen auf dem Gebiet aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten • kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene auf dem Gebiet • sind mit den mathematischen Techniken vertraut, die zur Herleitung und Anwendung der Methoden herangezogen werden • kennen die experimentellen Techniken, die in dem Gebiet eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen • kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen • sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus der modernen Physik, das z. T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbständig Literatur zu recherchieren

Kategorie	Inhalt										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Basics: propagation of light in matter, polarization, electromagnetic transitions, line shapes and broadening, symmetry and selection rules, correlation functions, relaxation and dephasing • Linear spectroscopy: absorption, fluorescence, Franck-Condon factors, FTIR spectroscopy, Raman scattering, photoelectrons, mass spectrometry, molecular beams, ion traps • Nonlinear light-matter interaction: nonlinear susceptibilities, phase matching, frequency mixing in nonlinear crystals, parametric amplification, intensity dependent refractive index, multi-photon ionization, laser plasma, Coulomb explosion, high harmonics • Nonlinear spectroscopy: multi-photon, Doppler-free and saturation spectroscopy, response functions, Feynman diagrams, four-wave mixing, transient absorption, time resolved vibrational, transient grating, photon echo, and multi-dimensional spectroscopy 										
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table> <tr> <td>Seminar</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>6 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	2 SWS	Vorlesung	4 SWS	Gesamt	6 SWS				
Seminar	2 SWS										
Vorlesung	4 SWS										
Gesamt	6 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>110 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>270 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	90 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	110 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.
Präsenzzeit	90 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	110 Std.										
Übungsaufgaben	40 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben oder Referat/Präsentation (20-30 Minuten)										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>	Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.						
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)										
	Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Hinweise	keine										
Modulnummer											

Ocean Modelling

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Ocean Modelling
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer.nat.habil. Hans Burchard
Sprache	Deutsch und Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden haben sich exemplarisch in die Ozeanmodellierung eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer theoretisch forschenden Gruppe auf diesen Gebieten zu beginnen. Sie haben einen Überblick über das etablierte Wissen in diesem Spezialgebieten und kennen bedeutende Entwicklungen aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten.
Lehrinhalte	Consistence, stability and convergence of numerical methods in fluid dynamics, time discretization methods for ordinary differential equations, shallow water equations, staggered grids in ocean models, implicit and semi-implicit methods for free-surface models, construction principles for numerical ocean models, positive-definite tracer advection methods
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Lehrveranstaltungen	Seminar 2 SWS Vorlesung 2 SWS Gesamt 4 SWS
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 60 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std. Übungsaufgaben 40 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 20 Std. Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (45 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Physics of Dense Plasmas

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Physics of Dense Plasmas										
Leistungspunkte	9										
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Dominik Kraus, Prof. Dr. rer.nat.habil. Ronald Redmer										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert										
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	keine										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen experimentelle und theoretische Grundlagen der Plasma-physik kennen, die insbesondere für die Erzeugung und Charakterisierung von Materie bei hohen Energiedichten relevant sind. Sie können diese Methoden zur Bestimmung der Zustandsgleichung, der Transport- und optischen Eigenschaften dichter Plasmen anwenden. Weiterhin können sie die Bildung, den Aufbau, die Evolution und das Magnetfeld astrophysikalischer Objekte, insbesondere von Sternen und Planeten, mit diesen Methoden behandeln.										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Plasma parameters • diagnostics • shock wave physics • Statistical Physics of plasmas and equation of state • transport and optical properties • astrophysical plasmas: stars, planets, brown dwarfs 										
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table> <tr> <td>Seminar</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>6 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	2 SWS	Vorlesung	4 SWS	Gesamt	6 SWS				
Seminar	2 SWS										
Vorlesung	4 SWS										
Gesamt	6 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>110 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>270 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	90 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	110 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.
Präsenzzeit	90 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	110 Std.										
Übungsaufgaben	40 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben oder Referat/Präsentation (20-30 Minuten)										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Hinweise	keine										
Modulnummer											

Physikalische Chemie 8: Wasser in den Naturwissenschaften - Struktur, Funktion und Dynamik

Kategorie	Inhalt						
Modulbezeichnung (englisch)	Physical Chemistry 8: Water in Science - Structure, Function and Dynamics						
Leistungspunkte	6						
Modulverantwortlich	MNF/IfCH/Abteilung Physikalische Chemie						
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer.nat.habil. Ralf Ludwig, Prof. Dr. rer.nat.habil. Udo Kragl						
Sprache	Deutsch oder Englisch						
Zulassungsbeschränkung	keine						
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend						
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine						
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine						
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik M.Sc. Chemie 15.07.2019 M.Sc. Chemie 30.07.2014 M.Sc. Chemie M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik 20.04.2018 M.Sc. Physik 27.05.2015						
Dauer des Moduls	1 Semester						
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester						
Lern- und Qualifikationsziele	Kenntnisse über die Bedeutung des Wassers in Chemie, Biologie und Physik. Interdisziplinäres Verständnis der experimentellen und theoretischen Methoden zur Untersuchung der Eigenschaften des Wassers in unterschiedlichen Aggregatzuständen, in eingeschränkten Geometrien und an Grenzflächen. Vertiefte Kenntnisse kombiniert mit Eigenständigkeit bei Findung von Problemlösungen, Methodenbeherrschung und Interpretationskompetenz, Fähigkeit von aktiver Stellungnahme zu Forschungsproblemen, Präsentationskompetenz.						
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Mythos Wasser • ungewöhnliche Eigenschaften • Clusterbildung • Eisphasen • Gashydrate • unterkühltes Wasser • Protonentransfer • Netzwerkdefekte • wässrige Salzlösungen • Kryoprotektoren • Proteine/DNA • Aquaporine • Hydratationsphänomene • Wasser an Grenzflächen • Wasserspaltung • Wasser im Weltall? • Wassermodelle • Wasseranalytik • Wasser in großtechnischen Prozessen 						
Literatur	Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben bzw. in Stud.IP eingestellt.						
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Seminar</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	2 SWS	Vorlesung	2 SWS	Gesamt	4 SWS
Seminar	2 SWS						
Vorlesung	2 SWS						
Gesamt	4 SWS						
Lernformen	Strukturiertes Selbststudium						

Kategorie	Inhalt
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 60 Std.
	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std.
	Strukturiertes Selbststudium 40 Std.
	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 20 Std.
	Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (45 Minuten) - mit Vortrag oder Klausur (90 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	Zugelassene Hilfsmittel: wird jeweils vor der Prüfung angegeben
Modulnummer	2550270

Quantum Technology

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Quantum Technology										
Leistungspunkte	6										
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Boris Hage, Prof. Dr. rer. nat. Friedemann Reinhard, Prof. Dr. rer.nat.habil. Alexander Szameit										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	Keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	Keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Keine										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • haben einen Überblick über aktuelle Forschungsfragen mit Verbindung zu Arbeitsgruppen am Institut. • können mit den vorgestellten Techniken grundlegende quantenmechanische Versuchsaufbauten konzipieren, und dabei auftretende Designfragen identifizieren und beantworten. • erwerben Wissen zu aktuell diskutierten Anwendungen von Quantentechnologie und können deren Potential einschätzen. 										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Integrated optical waveguides • coupling of waveguides • sources and detectors for integrated waveguides • squeezed-light interferometers • measurement of optical entanglement • micro- and nanoscale magnetic resonance 										
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table> <tr> <td>Seminar</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	1 SWS	Vorlesung	3 SWS	Gesamt	4 SWS				
Seminar	1 SWS										
Vorlesung	3 SWS										
Gesamt	4 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>50 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>50 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	50 Std.	Übungsaufgaben	50 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	50 Std.										
Übungsaufgaben	50 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.										
Prüfungsvorleistungen	keine										
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studien- ordnung.										
Hinweise	Keine										
Modulnummer											

Quantum-Information, -Computing, and -Sensing

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Quantum-Information, -Computing, and -Sensing										
Leistungspunkte	9										
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Friedemann Reinhard, Prof. Dr. rer. nat. Stefan Scheel										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Advanced Quantum Theory, Introduction to Quantum Optics										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können Quantenzustände, deren Eigenschaften und Zeitentwicklung mit verschiedenen mathematischen Konzepten beschreiben. • verstehen die Grundbausteine von Quantenschaltkreisen und können sie zur Kontrolle von Quantenzuständen einsetzen. • erwerben Wissen zu aktuell diskutierten Anwendungen von Quantentechnologie und können deren Potential einschätzen. 										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Description of quantum states, quantum measurements and quantum entanglement • Elementary quantum gates and their physical realization • Decoherence, mathematical description and physical mechanisms • Basic algorithms of quantum computing, Deutsch-Jozsa and Shor algorithms, superdense coding • Quantum error correction • Quantum sensing, standard quantum limit, atomic clocks, sensors • Superconducting quantum circuits for computing and sensing 										
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Seminar</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>6 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	2 SWS	Vorlesung	4 SWS	Gesamt	6 SWS				
Seminar	2 SWS										
Vorlesung	4 SWS										
Gesamt	6 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>270 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	90 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	90 Std.	Übungsaufgaben	60 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.
Präsenzzeit	90 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	90 Std.										
Übungsaufgaben	60 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben oder Referat/Präsentation (20-30 Minuten)										
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Hinweise	keine										

Kategorie	Inhalt
Modulnummer	

Radar Remote Sensing of the Mesosphere and lower Thermosphere Dynamics

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Radar Remote Sensing of the Mesosphere and lower Thermosphere Dynamics										
Leistungspunkte	3										
Modulverantwortlich	MNF/IfPh/Atmosphärenphysik (BerIM)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Jorge Luis Chau Chong Shing										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend										
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	keine										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> haben sich mit den experimentellen Methoden, speziell der Radio- und Radartechnik, zur Untersuchung der Dynamik der Mesosphäre und der unteren Thermosphäre vertraut gemacht kennen die notwendigen mathematischen und physikalischen Grundlagen (Elektromagnetismus, Radiowellenausbreitung, Plasmaphysik) haben einen Überblick über das etablierte Wissen im Bereich der Atmosphärendynamik auf verschiedenen Längenskalen und kennen aktuelle Entwicklungen in der Radio/Radartechnik haben damit die Grundlage zu tiefer greifenden Spezialisierungen 										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Radar remote sensing concepts Mesosphere and lower thermosphere (MLT) radars Atmospheric waves: Characterization and Analysis Large-scale MLT dynamics Kilometer-scale MLT dynamics Mesoscale MLT dynamics Advanced radar techniques to explore the MLT dynamics 										
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Antennas and Radar for Environmental Scientists and Engineers, by D. L. Hysell, Cambridge University Press, 2018 Atmospheric Radar Application and Science of MST Radars in the Earth's Mesosphere, Stratosphere, Troposphere, and Weakly Ionized Regions, by W. K. Hocking, Cambridge University Press, 2016 										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>0.5 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>2.5 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	2 SWS	Seminar	0.5 SWS	Gesamt	2.5 SWS				
Vorlesung	2 SWS										
Seminar	0.5 SWS										
Gesamt	2.5 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>37 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>28 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>15 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	37 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	28 Std.	Übungsaufgaben	15 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	37 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	28 Std.										
Übungsaufgaben	15 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.										
Prüfungsvorleistungen	keine										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (45 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										

Kategorie	Inhalt
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Renewable Energy Sources

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Renewable Energy Sources
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	IEF/IEE/Elektrische Energieversorgung
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	keine
Sprache	Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Grundlagen der Elektrischen Energietechnik
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik M.Sc. Electrical Engineering 20.04.2018 M.Sc. Elektrotechnik 04.07.2019 M.Sc. Mechatronik 06.04.2022 M.Sc. Mechatronik 23.07.2019 M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen 23.07.2019
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, für die Einsatzbedingungen passenden regenerative Energiequellen auszuwählen • Fähigkeit, überschlägige Dimensionierungen regenerativer Energiequellen zur Stromerzeugung vorzunehmen <p>Verständnis: Verständnis grundlegender Probleme der Energieversorgung</p> <p>Anwendung: Kenntnis der physikalischen und technischen Grundlagen zur Nutzung regenerativer Energien</p> <p>Analyse: Aufbau, Auslegung und Wirkungsweise von Anlagen zur Nutzung der Sonnen- und Windenergie</p> <p>Selbst- und Sozialkompetenz Selbständigkeit und Eigenverantwortlichkeit, Allgemeine Lern- und Arbeitstechniken, Selbstorganisation, Kooperation und Teamfähigkeit, Fachdiskurs in Englisch</p>
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction • primary energy sources • energy conversion • Solar energy <p># physical principles # solar thermal systems # photovoltaics <ul style="list-style-type: none"> • Wind energy <p># Basics # wind turbines <ul style="list-style-type: none"> • Power electronics and electrical machines for wind, hydro and solar <p># Grid connection # Storage technology</p> </p></p>
Literatur	keine

Kategorie	Inhalt
Lehrveranstaltungen	Übung 1 SWS
	Vorlesung 3 SWS
	Gesamt 4 SWS
Lernformen	Zuhören und Mitschreiben, Lösen von Aufgaben, Selbststudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 60 Std.
	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 40 Std.
	Strukturiertes Selbststudium 20 Std.
	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 60 Std.
	Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten)
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	1351740

Research Phase 1: In-depth Knowledge Acquisition

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Research Phase 1: In-depth Knowledge Acquisition
Leistungspunkte	12
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prüfungsamt/ Studienbüro
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - spezialisierend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Abschluss der Module der ersten beiden Semester.
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	jedes Semester
Lern- und Qualifikationsziele	<p>In einem Studienprojekt haben sich die Studierenden vertieft in ein modernes Forschungsgebiet eingearbeitet, aus dem das Thema der Masterarbeit stammen soll.</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, sich ein aktuelles Wissensgebiet selbstständig zu erarbeiten und die entsprechende Literatur zu recherchieren • haben sich notwendige Spezialkenntnisse auf einem Gebiet der aktuellen physikalischen Forschung angeeignet • können einen Vortrag über ein komplexes Thema der modernen Physik strukturieren und eine ansprechende Präsentation zu erstellen • sind in der Lage, eine wissenschaftliche Diskussion zu führen
Lehrinhalte	<p>Arbeit an einem Studienprojekt, dessen Thema individuell entsprechend dem Gebiet der Forschungsgruppe der Dozentin / des Dozenten angeboten wird, und das eine Vorstufe zum Projekt der Forschungsphase 2: Methodentraining und zur Masterarbeit darstellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeiten in eine physikalische Problemstellung, • Literaturrecherche • Erarbeitung der physikalischen Grundlagen • Bearbeitung von Teilaspekten des Problems • Teilnahme am Arbeitsgruppenseminar • Formulierung eines Arbeits- und Zeitplans • Diskussion und Darstellung der Ergebnisse des Studienprojektes <p>Work on a study project, the topic of which is offered individually according to the area of the lecturer's research group, and which is a preliminary stage for the project of "Research Phase 2: Method Training" and the master's thesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Familiarisation with a physical problem, • literature research • Working out the physical basics • Working on partial aspects of the problem • Participation in the working group seminar • Formulation of a work plan and time schedule • Discussion and presentation of the results of the study project
Literatur	keine
Lehrveranstaltungen	Konsultation 0.5 SWS
	Gesamt 0.5 SWS
Lernformen	Selbststudium, Literaturstudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 7 Std.

Kategorie	Inhalt
	Strukturiertes Selbststudium 160 Std. Praxis 163 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 30 Std. Gesamtarbeitsaufwand 360 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Referat/ Präsentation - Vortrag oder Posterpräsentation (20-30 Minuten)
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Research Phase 2: Method Training

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Research Phase 2: Method Training
Leistungspunkte	12
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prüfungsamt/ Studienbüro
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - spezialisierend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Abschluss der Module der ersten beiden Semester.
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	jedes Semester
Lern- und Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • haben sich in einem aktuellen Wissensgebiet den Stand der Forschung, zentrale Experimentier-, Mess- und Auswertemethoden bzw. numerische Methoden und theoretische Grundlagen soweit erarbeitet, dass sie diese erfolgreich zur Bearbeitung von Fragestellungen auf dem Gebiet anwenden können, aus dem das Thema der Masterarbeit stammen soll. Dabei haben sie den Übergang von einem Arbeiten unter Aufsicht oder detaillierter Anleitung hin zu einem weitgehend selbständigen Vorgehen vollzogen. • können selbstständig entsprechende Literatur recherchieren. • können ein Forschungsprojekt selbst planen und zeitlich gliedern. • können sich in ein Forscherteam integrieren. • können einen Vortrag über ein komplexes Thema der modernen Physik strukturieren und eine ansprechende Präsentation erstellen. Die Studierenden sind in der Lage, eine wissenschaftliche Diskussion zu führen.

Dennoch sind wir im Master von einer eigenverantwortlichen Durchführung eines Forschungsprojektes in der Regel noch entfernt. Die Studierenden werden natürlich von der Betreuerin/dem Betreuer bei der Entwicklung der erforderlichen Kompetenzen unterstützt.

Kategorie	Inhalt										
Lehrinhalte	<p>Aufbauend auf dem Projekt der „Forschungsphase 1: Vertiefung“ zielt das Studienprojekt auf die Erarbeitung wesentlicher Mess- und Auswertemethoden bzw. numerischer Methoden und theoretischer Grundlagen, um diese erfolgreich zur Bearbeitung von Fragestellungen der Masterarbeit nutzen zu können. Es stellt somit eine direkte Vorstufe zur Masterarbeit dar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der fachlichen und methodischen Grundlagen • Praktische Anwendung der jeweiligen experimentellen bzw. theoretischen Methoden • Bearbeitung und Lösung von Teilaspekten des Problems • Einüben des wissenschaftlichen Arbeitens im Umfeld der Forschungsgruppe • Teilnahme am Arbeitsgruppenseminar • Formulierung eines Arbeits- und Zeitplans • Diskussion und Darstellung der Ergebnisse des Studienprojektes <p>Basing on the project of "Research Phase 1: In-depth Knowledge Acquisition", the study project aims to learn essential measurement and evaluation methods or numerical methods and theoretical principles in order to be able to use these successfully to work on questions of the master's thesis. It thus represents a direct preliminary stage for the Master's thesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Learning of the technical and methodological basics • Practical application of the specific experimental or theoretical methods • Working on and solving partial aspects of the problem • Practicing to work scientifically in the environment of the research group • Participation in the working group seminar • Formulation of a work plan and time schedule • Discussion and presentation of the results of the study project 										
Literatur	keine										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Konsultation</td> <td>0.5 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>0.5 SWS</td> </tr> </table>	Konsultation	0.5 SWS	Gesamt	0.5 SWS						
Konsultation	0.5 SWS										
Gesamt	0.5 SWS										
Lernformen	Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>7 Std.</td> </tr> <tr> <td>Strukturiertes Selbststudium</td> <td>160 Std.</td> </tr> <tr> <td>Praxis</td> <td>163 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>360 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	7 Std.	Strukturiertes Selbststudium	160 Std.	Praxis	163 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	360 Std.
Präsenzzeit	7 Std.										
Strukturiertes Selbststudium	160 Std.										
Praxis	163 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	360 Std.										
Prüfungsvorleistungen	keine										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Referat/ Präsentation - Vortrag oder Posterpräsentation (20-30 Minuten)										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Hinweise	keine										
Modulnummer											

Space Weather

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Space Weather
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Dr. rer. nat. Jan Maik Wissing
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Einführung in die Atmosphärenphysik, Physik der Ionosphäre
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester
Lern- und Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • haben einen Überblick über die gesamte solar-terrestrische Wechselwirkungskette, auf die relevanten Kopplungsprozesse mit der Erdatmosphäre und die Auswirkungen auf technische Systeme • sind vertraut mit den wissenschaftlichen Grundlagen, wie z.B. Einzelteilchenbewegung im Plasma, Magnetohydrodynamik, räumliche Verteilung energetischer Teilchen sowie die Ausbreitung und Wechselwirkung von Radiosignalen. Darauf aufbauend wird das dynamische Weltraumwettergeschehen von der Sonne, über die Heliosphäre, Magnetosphäre, Plasmasphäre und Ionosphäre behandelt. • kennen aktuelle und zukünftige boden- und weltraumgestützte Beobachtungssysteme sowie leistungsfähige Methoden der Datenauswertung, Datenintegration und Modellierung. Die Studierenden haben einen Überblick über die aktuellen Erkenntnisse bei den Auswirkungen von Weltraumwetterereignissen auf technische Systeme (Satelliten, Stromnetze) und damit verbundene Dienste (Kommunikation, Navigation, Erdbeobachtung). <p>In den Übungsaufgaben lernen die Studierenden, das in der Vorlesung erworbene Wissen auf einfache Probleme anzuwenden und eigene Software zur Analyse von Datensätzen zu entwickeln und anzuwenden.</p>
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematical basics • Phenomenology of Space Weather • Particle motion in plasma • Magnetohydrodynamics • Electromagnetic wave propagation Statistical description • Space Weather observation and measurement techniques • Methods of data analysis and data integration • Empirical and physical Space Weather modelling

Kategorie	Inhalt										
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Prölls: Physik des erdnahen Weltraums • Hargreaves: The solar-terrestrial environment • Baker: The Scientific Foundation of Space Weather • Moldwin: An Introduction to Space Weather • Russell, Luhmann, Strangeway: Space Physics - An Introduction • Bothmer, Daglis: Space Weather – Physics and Effects • Song, Singer, Siscoe: Space Weather • Kallenrode: Space Physics; An Introduction to Plasmas and Particles in the Heliosphere and Magnetospheres 										
Lehrveranstaltungen	<table> <tr> <td>Seminar</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>	Seminar	2 SWS	Vorlesung	2 SWS	Gesamt	4 SWS				
Seminar	2 SWS										
Vorlesung	2 SWS										
Gesamt	4 SWS										
Lernformen	Übungsaufgaben, Praxis, Selbststudium, Vorlesung										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	60 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.
Präsenzzeit	60 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.										
Übungsaufgaben	40 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	180 Std.										
Prüfungsvorleistungen	keine										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>	Prüfungsleistung:	Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.						
Prüfungsleistung:	Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)										
	Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Hinweise	Ansprechpartner: Dr. Jens Berdermann (Institut für Solar-Terrestrische Physik, Neustrelitz)										
Modulnummer											

Strukturanalytik 3: NMR

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Structural Analytics 3: NMR
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/IfCH/Abteilung Organische Chemie
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Dirk Michalik
Sprache	Deutsch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik M.Sc. Chemie 15.07.2019 M.Sc. Chemie 30.07.2014 M.Sc. Chemie M.Sc. Physik 20.04.2018 M.Sc. Physik 27.05.2015
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Einarbeitung, Vertiefung und verstärkte Übung der NMR-Spektroskopie zur theoretischen und praktischen Anwendung dieser analytischen Methode als Routine- werkzeug für die eigenen wissenschaftlichen Arbeiten im Institut. Stärkung der Kompetenzen der Studierenden zum allgemeinen Verständnis der Aufnahmetechni- ken, Datenauswertung und Strukturzuordnung an kleinen und mittleren Molekülen.
Lehrinhalte	Anwendung und Übung der NMR-Spektroskopie. Die Studierenden sollen erweiterte Kenntnisse zur Strukturaufklärung von Substan- zen kleinerer und mittlerer Molekülmassen mit Hilfe der NMR-Spektroskopie erhalten. Schwerpunkte dabei sind: <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterte physikalische und experimentelle Grundlagen der NMR- Spektroskopie: (Im)puls-FT-Spektroskopie; hochauflösende NMR-Spektro- skopie; ¹³C-NMR-Spektroskopie: Aufnahmetechniken (DEPT, GD, IG etc.); Spektrenparameter. • 2-dimensionale NMR-Spektroskopie (homo- und heteronucleare 2D NMR- Spektren, COSY, NOESY, TOCSY, HSQC, HMBC, HETCOR) • zeitabhängige Phänomene (Dynamische NMR-Spektroskopie); • NMR-Spektroskopie von Heterokernen (²H, ¹¹B, ¹⁵N, ¹⁹F, ³¹P, ²⁹Si, u.a.); • Einführung in das Arbeiten und Übungen mit der Software TOPSPIN
Literatur	Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.
Lehrveranstaltungen	Seminar 2 SWS Vorlesung 2 SWS Gesamt 4 SWS
Lernformen	Strukturiertes Selbststudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 60 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std. Strukturiertes Selbststudium 20 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 40 Std. Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine

Kategorie	Inhalt
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	Zugelassene Hilfsmittel: Computer, Powerpointfolien
Modulnummer	2550310

Surface Physics and Scanning Probe Microscopy

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Surface Physics and Scanning Probe Microscopy										
Leistungspunkte	9										
Modulverantwortlich	MNF/IfPH/Oberflächen- und Grenzflächenphysik										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Dr. rer. nat. Ingo Barke, Prof. Dr. rer.nat.habil. Sylvia Speller										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert										
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	keine										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik M.Sc. Physik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> haben sich in Konzepte und Methoden der Oberflächen- und Nanophysik eingearbeitet. Sie kennen die grundlegenden strukturellen, elektronischen, magnetischen und optischen Eigenschaften niedrigdimensionaler Systeme haben einen Überblick über experimentelle Techniken zur Präparation, Analyse und Manipulation von Oberflächen und Nanostrukturen können physikalische Aussagen aus den Daten experimenteller Methoden ableiten und die Informationen unterschiedlicher Techniken kombinieren können selbstständig die Thematik eines Spezialgebietes recherchieren und ansprechend präsentieren können in einer wissenschaftlichen Ausdrucksweise kommunizieren und auf fachliche Fragen präzise antworten 										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Surfaces: Applications, Structure and Morphology, Diffraction, Vacuum, Preparation, Deposition and growth, Electronic structure, Ensemble Spectroscopy, Surface Phonons, Surface Magnetism Nanoprobing Methods: Scanning Probe Microscopy Principle, Instrumentation, Tunnel Current, Imaging & Mapping STM: Advanced methods, Atomic force microscopy and spectroscopy, Nano-optical methods, Special approaches 										
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>6 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	4 SWS	Seminar	2 SWS	Gesamt	6 SWS				
Vorlesung	4 SWS										
Seminar	2 SWS										
Gesamt	6 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>110 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>270 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	90 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	110 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.
Präsenzzeit	90 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	110 Std.										
Übungsaufgaben	40 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	30 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben oder Referat/Präsentation (20-30 Minuten)										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										

Kategorie	Inhalt
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Topical Problems of Atmospheric and Ionospheric Physics

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Topical Problems of Atmospheric and Ionospheric Physics										
Leistungspunkte	3										
Modulverantwortlich	MNF/IfPh/Atmosphärenphysik (BerIM)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Claudia Stolle										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	Keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	Keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Einführung in die Atmosphärenphysik										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig im Sommersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden haben Kenntnisse über aktuelle Probleme der Physik der Atmosphäre und Ionosphäre mit Schwerpunkt auf atmosphärischen Höhen über 50 km erworben, einschließlich spezieller Messsysteme am Boden und auf Satelliten, theoretischer und experimenteller Studien zum Klima und zu Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Ionosphäre und Magnetosphäre.										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Climate of the atmosphere • Atmosphere vertical coupling events • Ionospheric current systems • Aurora Borealis/Australis • Earth's Magnetic Field • Ground-based concepts (lidars, radars) • Satellite concepts (constellations, in situ observations) 										
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Prölss: Physics of the Earth's Space Environment: An Introduction • The Earth's Ionosphere: Plasma Physics & Electrodynamics, by M. C. Kelley • Ionospheres: Physics, Plasma Physics, and Chemistry, by R. Schunk and A. Nagy 										
Lehrveranstaltungen	<table> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>0.5 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>2.5 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	2 SWS	Seminar	0.5 SWS	Gesamt	2.5 SWS				
Vorlesung	2 SWS										
Seminar	0.5 SWS										
Gesamt	2.5 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>37 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>28 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>15 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	37 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	28 Std.	Übungsaufgaben	15 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	37 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	28 Std.										
Übungsaufgaben	15 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.										
Prüfungsvorleistungen	keine										
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (45 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.										
Hinweise	keine										
Modulnummer											

Topical Problems of Quantum Technology

Kategorie	Inhalt												
Modulbezeichnung (englisch)	Topical Problems of Quantum Technology												
Leistungspunkte	3												
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)												
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Boris Hage, Prof. Dr. rer. nat. Friedemann Reinhard, Prof. Dr. rer.nat.habil. Alexander Szameit												
Sprache	Deutsch oder Englisch												
Zulassungsbeschränkung	keine												
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend												
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine												
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine												
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik												
Dauer des Moduls	1 Semester												
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig im Sommersemester												
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • haben einen Überblick über aktuelle Forschungsfragen mit Verbindung zu Arbeitsgruppen am Institut. • können mit den erlernten Techniken grundlegende quantenmechanische Versuchsaufbauten konzipieren, und dabei auftretende Designfragen identifizieren und beantworten. • erwerben Wissen zu aktuell diskutierten Anwendungen von Quantentechnologie und können deren Potential einschätzen. 												
Lehrinhalte	Topical problems of current research connected to the institute, such as diamond quantum sensors, integrated optical waveguides, quantum light.												
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.												
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>3 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	2 SWS	Seminar	1 SWS	Gesamt	3 SWS						
Vorlesung	2 SWS												
Seminar	1 SWS												
Gesamt	3 SWS												
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium												
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>45 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Strukturiertes Selbststudium</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>15 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	45 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	10 Std.	Strukturiertes Selbststudium	10 Std.	Übungsaufgaben	15 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	45 Std.												
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	10 Std.												
Strukturiertes Selbststudium	10 Std.												
Übungsaufgaben	15 Std.												
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.												
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.												
Prüfungsvorleistungen	keine												
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (45 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.												
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.												
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.												
Hinweise	keine												
Modulnummer													

Turbulence in Fluids

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Turbulence in Fluids										
Leistungspunkte	3										
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Lars Umlauf										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Module der Analysis										
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Mathematik M.Sc. Physik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Ausgehend von den Bewegungsgleichungen viskoser Fluide (Navier-Stokes Gleichungen) erlernen die Studierenden, unter welchen Bedingungen Instabilität und Turbulenz in Fluiden entstehen und erkennen, welche Konsequenzen dies für Transport, Vermischung und Energiedissipation hat. Sie erhalten anhand von konkreten Beispielen einen Überblick über die wichtigsten Messmethoden für turbulente Strömungen und verstehen, für welchen Anwendungsbereich diese Techniken jeweils geeignet sind. Sie erlernen die Grundlagen der statistischen Beschreibung von turbulenten Strömungen und vertiefen dieses Wissen in den Übungsaufgaben mithilfe von echten Messdaten. Sie erlernen, mithilfe von spektralen Methoden den Energietransfer in turbulenten Fluiden zu verstehen und erarbeiten sich auf diese Weise die Grundlagen zum Verständnis von fortgeschrittenen Mess- und Modelliermethoden. In den Übungsaufgaben lernen die Studierenden, das in der Vorlesung erworbene Wissen auf einfache Probleme anzuwenden und eigene Software zur Analyse einfacher Datensätze zu entwickeln und anzuwenden.										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematical basics • Phenomenology of turbulence • Equations of motion • Instability and deterministic chaos • Statistical description • Spectral theory of homogeneous turbulence • Statistical turbulence models 										
Literatur	Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td style="text-align: right;">2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td style="text-align: right;">0.5 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td style="text-align: right;">2.5 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	2 SWS	Seminar	0.5 SWS	Gesamt	2.5 SWS				
Vorlesung	2 SWS										
Seminar	0.5 SWS										
Gesamt	2.5 SWS										
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td style="text-align: right;">37 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td style="text-align: right;">28 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td style="text-align: right;">15 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td style="text-align: right;">10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td style="text-align: right;">90 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	37 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	28 Std.	Übungsaufgaben	15 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	37 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	28 Std.										
Übungsaufgaben	15 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben										
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (45 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.										

Kategorie	Inhalt
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

Ultrafast Optics

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Ultrafast Optics
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Eleftherios Goulielmakis
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Grundwissen Optik/Elektrodynamik/Quantenmechanik/Festkörperphysik/Laser Physik
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • werden in die grundlegenden Technologien eingeführt, die den Einsatz von Laserlicht auf Femtosekunden- und Attosekunden-Zeitskalen ermöglichen • kennen Anwendungen von ultraschnellen Laserpulsen zur Untersuchung der Eigenschaften von Materie auf immer schnelleren Zeitskalen
Lehrinhalte	Pulses of light: <ul style="list-style-type: none"> • the mathematical description • Pulse propagation in matter • Generation of ultrashort laser pulses • Compression of pulses in time • Amplification of light pulses • A Brief summary on nonlinear optics • How to measure pulses of light • Second coherence of light • Taming pulse envelope and phase of laser pulses • Taming the field waveform of light • Extreme nonlinear optics and photonics • Measurement of attosecond pulses in the soft x-ray regime • Femtosecond pulse applications • Attosecond metrology with and without attosecond pulses • Extreme nonlinear optics and picometer resolution
Literatur	Lasers, von Anthony Siegman
Lehrveranstaltungen	Vorlesung 3 SWS Seminar 1 SWS Gesamt 4 SWS
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 60 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std. Übungsaufgaben 40 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 20 Std. Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine

Kategorie	Inhalt
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten) Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	

X-ray Nanooptics: Imaging and Scattering

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	X-ray Nanooptics: Imaging and Scattering
Leistungspunkte	3
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Physik (IfPH)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. rer. nat. Dominik Kraus, Prof. Dr. rer. nat. Thomas Fennel
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine
Zuordnung zu Curricula	M.Sc. Physik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig im Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • haben sich in die physikalischen Grundlagen der Nanooptik, der diffraktiven Bildgebung und der elastischen und inelastischen Lichtstreuung und den damit verbundenen experimentellen und theoretischen Aspekte eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer auf dem Gebiet forschenden Gruppe zu beginnen • haben einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Spezialgebiet • kennen bedeutende Entwicklungen auf dem Gebiet aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten, insbesondere im Hinblick auf neuartige Lichtquellen wie Freie-Elektronen-Laser • kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene auf dem Gebiet • kennen die experimentellen und theoretischen Techniken, die in dem Gebiet eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen und zu beschreiben • kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller und theoretischer Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen • sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus der modernen Physik, das z. T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbständig Literatur zu recherchieren

Kategorie	Inhalt												
Lehrinhalte	<p>Basics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electromagnetic wave propagation • inhomogeneous wave equation • scattering at interfaces and particles • Bragg scattering • elastic and inelastic scattering • x-ray optics • x-ray quantum optics <p>Experimental techniques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bright X-ray Light Sources • X-ray Thomson scattering • Rayleigh scattering and X-ray diffraction • resonant and non-resonant inelastic scattering methods • X-ray absorption spectroscopy • X-ray spectroscopy instrumentation • coherent diffractive imaging • X-ray holography <p>Theoretical tools</p> <ul style="list-style-type: none"> • small- and wide-angle scattering • Fourier propagator, Born-series expansion • Dyadic Green's function • Mie scattering • definition and characterization of coherence • iterative phase-retrieval • structure reconstruction • discrete dipole approximation • finite-difference time-domain method 												
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Max Born and Emil Wolf: Principles of Optics • Jens Als-Nielsen: Elements of Modern X-ray Physics 												
Lehrveranstaltungen	<table> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>3 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	2 SWS	Seminar	1 SWS	Gesamt	3 SWS						
Vorlesung	2 SWS												
Seminar	1 SWS												
Gesamt	3 SWS												
Lernformen	Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Literaturstudium												
Arbeitsaufwand für Studierende	<table> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>45 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Strukturiertes Selbststudium</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>15 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	45 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	10 Std.	Strukturiertes Selbststudium	10 Std.	Übungsaufgaben	15 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	45 Std.												
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	10 Std.												
Strukturiertes Selbststudium	10 Std.												
Übungsaufgaben	15 Std.												
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	10 Std.												
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.												
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der möglichen Punkte in den Übungsaufgaben oder Referat/Präsentation (20-30 Minuten)												
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (45 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>	Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (45 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.								
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (45 Minuten)												
	Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.												
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.												
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.												
Hinweise	Dieses Modul findet im Wintersemester zweijährlich statt												
Modulnummer													