

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 Teilnahmevoraus- setzung | keine |
| Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung | 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 |
|--|---|
| | 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 | 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 | Die Studierenden <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 | Experimental and theoretical projects according to the research agenda of the IfPh. Topics include: <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 | Praktikumsveranstaltung (Anwesenheitspflicht) 4 SWS Gesamt 4 SWS |
| Lernformen | Selbststudium, Literaturstudium |
| Arbeitsaufwand für Studierende | Präsenzzeit 60 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std. Strukturiertes Selbststudium 30 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 30 Std. Gesamtarbeitsaufwand 180 Std. |
| 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 | <p>Die Studierenden</p> <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 Teilnahmevoraussetzung | keine |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung | 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/ Voraussetzungen 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 Teilnahmevoraus- setzung | keine | | | | | | | | | | |
| Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung | 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/ Vorausset- zungen 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 Teilnahmevoraussetzung | keine |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung | 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 | <p>Die Studierenden</p> <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 Teilnahmevoraussetzung | keine | | | | | | | | | | |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung | 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 Küstenozeanographie 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 Studierenden 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/ Voraussetzungen 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 | | | | | | | | | | |

| 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>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>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 | <table border="0"> <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 (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 |
|--|--|
| | 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. |
| 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 Teilnahmevoraussetzung | keine | | | | | | | | |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung | 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 Teilnahmevoraus- setzung | keine |
| Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung | 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 quanti- siert. 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 Renormie- rungen nötig sind • lernen als weitere Quantisierungsmethode den Pfadintegralformalismus kennen sowie dessen Analogie zur Statistischen Physik • Studierenden 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> <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> <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 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/ 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> <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 | 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 | | | | | | | | | | | |

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 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 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/ Voraussetzungen 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 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 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 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>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/ 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 | | | | | | | | | | |
| 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> <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> <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 Teilnahmevoraussetzung | keine | | | | | | | | | | |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung | 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/ Voraussetzungen 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 Teilnahmevoraussetzung | keine |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung | 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 | | | | | | | | | | | | | |