

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BMWBNE1	Wahlpflicht

Modultitel	Handlungskompetenz für nachhaltige Entwicklung - Grundlagenmodul
Modultitel (englisch)	Action Competence for Sustainable Development - Fundamental Module
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leitung der Leipziger Initiative für Nachhaltige Entwicklung (LINE)
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Ringvorlesung "Nachhaltige Entwicklung - Risikobewertung, Methoden und Modelle" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h • E-Learning-Veranstaltung "Nachhaltige Entwicklung - Risikobewertung, Methoden und Modelle" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h • Seminar "Praxisseminar I" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Praxisseminar II" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - B.Sc. IPSP - Fakultätsübergreifendes Grundlagenmodul für das UniZertifikat "Handlungskompetenz für Nachhaltige Entwicklung" für Studierende aller Fakultäten
Ziele	<p>Die Studierenden kennen die Grundlagen zur Betrachtung komplexer gesellschaftlicher Fragen und sind in der Lage, gesellschaftlich relevante Fragestellungen unter Verwendung quantifizierbarer Modelle zu bewerten. Die Studierenden kennen die Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung und wenden erworbene Handlungskompetenzen beispielhaft für ausgewählte Themen einer nachhaltigen Entwicklung unter Beachtung der Sustainable Development Goals an. Diese 17 globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung der Agenda 2030 hat die Weltgemeinschaft im Jahr 2015 verabschiedet. Sie richten sich an die Regierungen weltweit, aber auch die Zivilgesellschaft, die Privatwirtschaft und die Wissenschaft. In Interaktion mit den Dozenten lernen die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ihre Standpunkte so zu kommunizieren, dass sie sich auch Fachfremden erschließen (Fachkompetenz, Sozialkompetenz), - ihre eigenen Sichtweisen aus vielfältigen Perspektiven neu zu betrachten, zu beleuchten und zu hinterfragen (Selbstkompetenz), - eigenverantwortliches und unabhängiges Lernen und Handeln (Methodenkompetenz), - den Umgang mit Daten, Modellen und Statistiken zur Entwicklung und Evaluierung konkreter Handlungsansätze (mathematisch-methodische Kompetenz).
Inhalt	Dozenten aus allen Fakultäten der Universität geben einen Einblick in ihre aktuelle Forschung zu gesellschaftlichen Fragen. In jedem Beitrag wird aufgezeigt, wo und wie Modelle, Daten und ihre quantitative Analyse zu einem besseren Verständnis des Problems und zum Erarbeiten von Lösungsstrategien unter Beachtung der

Nachhaltigkeit beitragen.

Im ersten Praxisseminar werden Lösungsstrategien für ausgewählte Beispiele gesellschaftlich relevanter Problemstellungen entwickelt.

Das Modul wird mit einem Essay (schriftl. Ausarbeitung) zu einem selbst gewählten Thema abgeschlossen. Die darin erarbeiteten Resultate werden im zweiten Praxisseminar in einem Vortrag vorgestellt, diskutiert und validiert (Referat). In dem Modul wird nachhaltiges Handeln somit in Bezug auf gesellschaftlich relevanten Fragestellungen an einem Beispiel schriftlich dargestellt, die eigenen Ergebnisse werden mündlich im wissenschaftlichen Diskurs vertreten und es wird Feedback auf die Resultate der anderen Teilnehmenden gegeben

Dieses Grundlagenmodul legt es das Fundament, auf dem weiterführenden Veranstaltungen für das interdisziplinäre Universitätszertifikat "Handlungskompetenz für nachhaltige Entwicklung" aufbauen. Insgesamt basiert das Zertifikat auf 3 Modulen im Gesamtumfang von 20 LP: Grundlagenmodul, Vertiefungsmodul und Reallabor.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Ringvorlesung "Nachhaltige Entwicklung - Risikobewertung, Methoden und Modelle" (2SWS)
	E-Learning-Veranstaltung "Nachhaltige Entwicklung - Risikobewertung, Methoden und Modelle" (1SWS)
	Seminar "Praxisseminar I" (1SWS)
	Seminar "Praxisseminar II" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BMWEMB	Wahlpflicht

Modultitel **Introduction to Biophysical Methods**

Modultitel (englisch) Introduction to Biophysical Methods

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Molekulare Biophysik

Dauer 1 Semester

Modulturnus mindestens einmal alle 2 Jahre

Lehrformen

- Vorlesung "Introduction to Biophysical Methods" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Introduction to Biophysical Methods" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- B.Sc. IPSP
- B.Sc. Physik

Ziele

Die Studierenden erwerben Kenntnisse über grundsätzliche physikalische Techniken, welche zur Analyse and Untersuchung von biologischen Systemen zum Einsatz kommen. Mit den erworbenen Kenntnissen erhalten die Studierenden eine Einführung in den Aufbau biologischer Materie. Sie werden befähigt, Fachliteratur, in denen biophysikalische Techniken zur Anwendung kommen, zu verstehen, zu diskutieren und zu bewerten.

Sie können eine Methode der Biophysik in einem Vortrag präsentieren und die dafür notwendige Literatur beschaffen, auswählen und einordnen.

Inhalt

Vorlesung:
Ausgangspunkt der Vorlesung sind verschiedene Methoden der Biophysik zur Untersuchung der Struktur und Dynamik von biologischen Systemen und Prozessen. Die folgenden Themen werden behandelt:

- Aufbau von Zellen
- Struktur und Dynamik von Biomolekülen
- Herstellung und Separierung von biologischen Molekülen und Komplexen
- Massenspektrometrie
- Optische Spektroskopie (Absorptionsspektroskopie, Zirkulardichroismus, Fluoreszenzspektroskopie, Schwingungsspektroskopie)
- Lichtmikroskopische Techniken
- Kraftspektroskopie
- Kernspinresonanzspektroskopie
- Licht- und Röntgenstreuung
- Verfahren zur Strukturbestimmung (Elektronenmikroskopie, Röntgenkristallographie)
- Kalorimetrische Verfahren
- Numerische Verfahren der Strukturmodellierung und Bioinformatik

Seminar: Analysen von Publikationen und Präsentation zu ausgewählten Methoden.

Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und

Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- Igor Serdyuk, Nathan Zaccai & Joseph Zaccai: Methods in Molecular Biophysics (Cambridge University Press)
- Iain Campbell: Biophysical Techniques (Oxford University Press)
- R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019
- https://biostat.wisc.edu/~kbroman/talks/giving_talks.pdf

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (20 Min.)</i>	
	Vorlesung "Introduction to Biophysical Methods" (2SWS)
	Seminar "Introduction to Biophysical Methods" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BMWIOM2	Wahlpflicht

Modultitel **Plasma Physics, Thin Film Deposition and Characterization**

Modultitel (englisch) Plasma Physics, Thin Film Deposition and Characterization

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Angewandte Physik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Plasma Physics, Thin Film Deposition and Characterization" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Plasma Physics, Thin Film Deposition and Characterization" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- B.Sc. IPSP
- B.Sc. Physik

Ziele

Die Studierenden

- erhalten einen Überblick über die Erzeugung von Plasmen und deren Wechselwirkung mit Oberflächen
- lernen typische Anwendungen von Plasmen kennen und werden grundlegende Messmethoden fachgerecht anwenden
- bekommen eine Einführung in moderne Verfahren der experimentellen Herstellung dünner Schichten
- erschließen sich systematisch Grundprinzipien weiterführender Verfahren zur Charakterisierung von Oberflächen

Inhalt

- Geschichte der Plasmaphysik
- Grundlagen der Plasmaphysik
- Plasma-Wand-Wechselwirkung
- Plasma- und Ionenquellen
- Depositionstechnologien für Dünne Schichten
- Physik dünner Schichten
- Ausgewählte Verfahren der Oberflächen- und Dünnschichtanalytik

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- F.F. Chen, Plasma Physics and Controlled Fusion, Plenum Press, New York, 1984.
- Lieberman, M.A., Lichtenberg, A.J.: "Principles of Plasma Discharges and Materials Processing", Wiley 1994
- H. Bubert, H. Jenett (Eds.) "Surface and Thin Film Analysis, Principles, Instrumentation, Application", Wiley-VCH Verlag 2002
- H. Ibach, "Physics of Surfaces and Interfaces", Springer, 2006

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Plasma Physics, Thin Film Deposition and Characterization" (2SWS)
	Seminar "Plasma Physics, Thin Film Deposition and Characterization" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BMWIOM3	Wahlpflicht

Modultitel	Microstructural Characterization
Modultitel (englisch)	Microstructural Characterization
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Angewandte Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Microstructural Characterization with Electrons" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Advanced Techniques of Electron Microscopy" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. International Physics Studies Program • B.Sc. Physik
Ziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über wissenschaftliche Analysemethoden (basierend auf elektronenmikroskopischen Techniken), welche bei der Mikro- und Nanostrukturcharakterisierung von Materialien zum Einsatz kommen. Mit dem erworbenen Wissen sind die Studierenden in der Lage, optimale Analyseverfahren für die strukturelle und chemische Charakterisierung komplexer Materialien zu bestimmen. Sie vertiefen ihre Kenntnisse durch einen Vortrag im Rahmen eines Seminars und durch die Demonstration verschiedener Techniken an wissenschaftlichen Geräten.
Inhalt	Grundlagen der Transmissions- und Rasterelektronenmikroskopie (Aufbau, e-Quellen, e-Optik, Auflösung); Probenvorbereitung (Konventionelle, FIB); Analyseverfahren (Abbildung, Beugung, Bildsimulation); Analytische Elektronenmikroskopie (EDX, EELS); Beispiele aus eigener Forschung
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> -D. Brandon and W.D. Kaplan, Microstructural Characterization of Materials, 2nd Edition, John Willey and Sons Ltd., 2008 -R.F. Egerton, Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM, Springer International Publishing, 2016 -D.B. Williams and C.B. Carter, Transmission electron microscopy: A Textbook for Materials Science, Plenum Publishing Corporation, 2009 -J.M. Zhou, J.C.H. Spence, Advanced Transmission Electron Microscopy: Imaging and Diffraction in Nanoscience, Springer-Verlag New York, 2017
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1***Prüfungsvorleistung: Referat (25 Min.)*

	Vorlesung "Microstructural Characterization with Electrons" (2SWS)
	Seminar "Advanced Techniques of Electron Microscopy" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BMWMO2	Wahlpflicht

Modultitel Introduction to Polymer Physics

Modultitel (englisch) Introduction to Polymer Physics

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Molekulare Nanophotonik

Dauer 1 Semester

Modulturnus mindestens jedes zweite Semester

Lehrformen

- Vorlesung "Introduction to Polymer Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Introduction to Polymer Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP

Ziele

Die Studierenden erwerben Kenntnisse über den Aufbau und die strukturellen und dynamischen Eigenschaften von Polymeren sowie über physikalische Methoden, welche zur experimentellen Analyse und Untersuchung von Polymeren zum Einsatz kommen. Mit den erworbenen Kenntnissen werden die Studierenden befähigt, Fachliteratur aus dem Gebiet der Polymerwissenschaften zu verstehen, zu diskutieren und zu bewerten.

Sie können eine Methode der Polymerphysik in einem Vortrag präsentieren und die dafür notwendige Literatur beschaffen, auswählen und einordnen.

Inhalt

Vorlesung:
Ausgangspunkt der Vorlesung sind die Struktur und Dynamik von Polymeren. Anhand dieser Eigenschaften werden verschiedene experimentelle Methoden zu deren Untersuchung erläutert. Die folgenden Themen werden behandelt:

Aufbau von Polymeren:
- Struktur und Dynamik von Polymeren
- Glasübergang, teilkristalline Systeme, Mesophasenseparation

Strukturaufklärende Methoden:
- Infrarotspektroskopie
- Rasterkraftmikroskopie
- Röntgen- und Neutronenstreuung

Methoden zur Bestimmung der Dynamik:
- Dielektrische Spektroskopie
- Scherrheologie (mechanische Spektroskopie)
- Photonenkorrelationsspektroskopie

Seminar: Analysen von Publikationen und Präsentationen zu ausgewählten

Methoden.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

- G. Strobl: The Physics of Polymers: Concepts for Understanding Their Structures and Behavior (Springer)
 - B. Stuart: Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications (Wiley)

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Seminarvortrag (20 Min.)</i>	
	Vorlesung "Introduction to Polymer Physics" (2SWS)
	Seminar "Introduction to Polymer Physics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BMWOFP1	Wahlpflicht

Modultitel	Surface Physics, Nanostructures and Thin Films
Modultitel (englisch)	Surface Physics, Nanostructures and Thin Films
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Oberflächenphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Surface Physics, Nanostructures and Thin Films" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Surface Physics, Nanostructures and Thin Films" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. IPSP • B.Sc. Physik
Ziele	Nach aktiver Teilnahme am Modul besitzen die Studierenden einen umfassenden Überblick über die physikalischen Grundlagen von Oberflächen, Nanostrukturen und dünnen Schichten, sowie deren Anwendung in zukunftsweisenden Gebieten. Basierend darauf sind sie in der Lage, sich eigenständig in den genannten Gebieten anhand von Fachliteratur weiterzubilden, um letztendlich selbständig zu arbeiten. Im Rahmen des Seminars werden die Teilnehmer-(inn)en andererseits mit zentralen "soft skills" der Literaturrecherche, Ausarbeitung eines wissenschaftlichen Vortrages und Präsentationstechniken vertraut gemacht.
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kristallstruktur, Thermodynamik, elektron. Eigenschaften von Oberflächen - Oberflächenkinetik, Strukturbildung, Oberflächenreaktionen - Funktionalisierung von Oberflächen und Wechselwirkung mit biologischen Zellen und Geweben, Biokompatibilität - Präparation und Charakterisierung wohldefinierter Oberflächen - Nanoclusters, -rods und -tubes, Synthese (Miniaturisierung - top-down-Verfahren, Printing / Selbstorganisation - bottom-up-Verfahren), Struktur, Thermodynamik, Kinetik, elektronische und magnetische Eigenschaften - quantenmechanische Grundlagen niedrigdimensionaler Nanostrukturen - funktionale Nanostrukturen für biologische und medizinische Anwendungen - Physikalische Grundlagen dünner Schichten, Wachstumsmodi, Epitaxie, mechanische Spannungen in dünnen Schichten, ionen- und elektronenstrahlgestützte Verfahren der Synthese und Analyse, funktionale Dünnschichten <p>Seminar:</p> <p>Begleitend zur Vorlesung werden Vorträge zu speziellen Themen aus dem Bereich der Anwendung funktionaler Oberflächen, dünner Schichten und Nanostrukturen vergeben. Der Fokus liegt dabei auf Anwendungen in den Bereichen Medizin,</p>

Energie und Informationsverarbeitung

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

H. Ibach, "Physics of Surfaces and Interfaces", Springer 2006
 B. Bushan, "Handbook of Nanotechnology", Springer, 2017

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.
 Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.)</i>	
	Vorlesung "Surface Physics, Nanostructures and Thin Films" (2SWS)
	Seminar "Surface Physics, Nanostructures and Thin Films" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BMWQMAT	Wahlpflicht

Modultitel	Quantum Matter
Modultitel (englisch)	Quantum Matter
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in Arbeitsgruppe Quantenoptik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Modern Experiments in Atomic Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Modern Experiments in Atomic Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. International Physics Studies Program • B.Sc. Physik
Ziele	Die Studierenden lernen ein aktuelles Forschungsgebiet der physikalischen Institute kennen und erweitern bereits vorhandene Kenntnisse grundlegender physikalischer Konzepte der Quantenmechanik und Optik. Mit den erworbenen Kenntnissen werden die Studierenden befähigt, die Fachliteratur aus dem Bereich der modernen Atomphysik zu verstehen, zu diskutieren und zu bewerten. Sie können relevante Beispiele aus diesem Bereich in einem Vortrag präsentieren und die dafür notwendige Literatur beschaffen, auswählen und einordnen.
Inhalt	<p>In diesem Modul werden verschiedene Experimente der modernen Atomphysik besprochen, unter anderem aus den folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kühlen atomarer Gase auf wenige Nanokelvin - Atomare Bose-Einstein Kondensate und entartete Fermigase - BEC-BCS Crossover, Polaronen und Quanten-Thermodynamik - Atome in optischen Gittern: Quantensimulation von Bose-Hubbard Hamiltonians - Hybride Atom-Festkörper Systeme: Cavity-QED für grundlegende Tests der Quantenmechanik - Präzisionsmessungen mit atomaren Sensoren: Elektromagnetismus, Gravitation und fundamentale Konstanten
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (3 Wochen)</i>	
	Vorlesung "Modern Experiments in Atomic Physics" (2SWS)
	Seminar "Modern Experiments in Atomic Physics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BMWQT1	Wahlpflicht

Modultitel	Quantum Technology 1
Modultitel (englisch)	Quantum Technology 1
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Angewandte Quantensysteme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Ion beams and their use in material analysis and modification" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Ion beams and their use in material analysis and modification" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. IPSP • B.Sc. Physik • Lehramt Physik
Ziele	<p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Kurs in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung, eine aktuelle Anwendung von Ionenstrahlen in Wissenschaft und Technik selbstständig zu erschließen und in Form einer Präsentation darzustellen - Methoden und Herausforderungen der Ionenstrahltechnik zu erklären und zu bewerten - das erlernte Wissen auf hypothetische Einsatzszenarien anzuwenden
Inhalt	<p>In der Vorlesung werden Erzeugung und Anwendung von Ionenstrahlen behandelt. Im Bereich der Ionenimplantation werden dabei die klassischen Anwendungen im Bereich der Halbleitertechnik aufgezeigt und gleichzeitig die Grundlagen für das Verständnis der Anwendung von Ionenstrahlen zur Erzeugung quantenmechanischer Systeme gelegt.</p> <p>Ein weiterer Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der Vermittlung von Techniken der Ionenstrahlanalytik.</p> <p>Themenkomplexe: Beschleunigertechnik, Interaktion von Ionen mit Materie, Ionenimplantation, Verfahren der Ionenstrahlanalyse</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<p>Schatz/Weidinger "Nukleare Festkörperphysik" Teubner Demtröder "Experimentalphysik 4" Springer Weitere Literatur wird im Rahmen der Lehrveranstaltungen bekanntgegeben.</p>
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (15 Min.)</i>	
	Vorlesung "Ion beams and their use in material analysis and modification" (2SWS)
	Seminar "Ion beams and their use in material analysis and modification" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BMWQTPR	Wahlpflicht

Modultitel **Quantum Technology - Lab Course**

Modultitel (englisch) Quantum Technology - Lab Course

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Angewandte Quantensysteme

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen • Praktikum "Quantum Technology - Lab Course" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • B.Sc. International Physics Studies Program
• B.Sc. Physik

Ziele Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Kurs in der Lage
- Ionenstrahlanalytik, –modifikation und optische Messmethoden selbstständig anzuwenden
- aus physikalischen Messungen Zusammenhänge zu erkennen, in einer zusammenhängenden Arbeit zu diskutieren sowie in Form einer Präsentation darzustellen
- sich dazu in der Gruppe zu organisieren und Aufgaben zu koordinieren.

Inhalt Der Schwerpunkt des Praktikums liegt in Versuchen zum Vertiefen des in den zugeordneten Vorlesungen erworbenen Wissens durch praktische Anwendung. Dazu wird den Studierenden Material zur Verfügung gestellt das zur vorbereitenden Einarbeitung auf die Versuche im Bereich Ionenstrahlung und Optik an Defektzentren dient. Nachgelagert findet außerdem eine tiefergehende Einführung in die zur Auswertung erforderlichen Messprogramme statt.
Themenkomplexe:
Beschleunigertechnik, Interaktion von Ionen mit Materie, Ionenimplantation, Verfahren der Ionenstrahlanalyse und Modifikation, Verfahren zur Erzeugung und Charakterisierung von einzelnen Defektzentren, Konfokalmikroskopie

Teilnahmevoraussetzungen Teilnahme am Modul 12-PHY-BMWQT1

Literaturangabe Schatz/Weidinger "Nukleare Festkörperphysik" Teubner
Demtröder "Experimentalphysik 4" Springer
Vorbereitungsmaterialien des Lehrstuhls NFP

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (3 Wochen), mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung (1 Protokoll, Bearbeitungsdauer 3 Wochen)</i>	
	Praktikum "Quantum Technology - Lab Course" (3SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BMWXAS2	Wahlpflicht

Modultitel **Stellar Physics Laboratory**

Modultitel (englisch) Stellar Physics Laboratory

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Angewandte Quantensysteme in Zusammenarbeit mit der Thüringer Landessternwarte Tautenburg

Dauer 1 Semester

Modulturnus jährlich

Lehrformen • Praktikum "Stellar Physics Laboratory" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP
- Lehramt Physik

Ziele

Die Studierenden

- eignen sich die grundlegende Kenntnis über die moderne Beobachtungstechnik im Bereich der Sternspektroskopie an
- erlernen, wie Beobachtungen vorbereitet und durchgeführt werden
- erlernen, wie Sternspektren ausgewertet werden.

Inhalt

Im ersten Teil erlernen die Studierenden, wie spezifiziert wird, was beobachtet werden soll, wie es gemacht werden soll und welche Ergebnisse erwartet werden. In diesem Teil erlernen die Studierenden auch wie astronomische Spektrografen funktionieren und welche Detektoren in der optischen Astronomie verwendet werden und wie sie funktionieren. Die Studierenden erlernen den Umgang mit der Teleskopsoftware.

Im zweiten Teil führen die Studierenden die Messungen mit dem 2m-Alfred-Jensch-Teleskop selbständig durch (Arbeitsort: Observatorium Tautenburg).

Im dritten Teil erlernen die Studierenden wie Echelle-Spektren ausgewertet werden und welche physikalischen Größen der Sterne sich wie aus den Spektren ableiten lassen.

Teilnahmevoraussetzungen Teilnahme am Modul "Stellar Physics" (12-PHY-BW3XAS1)

Literaturangabe

- Francis LeBlanc, An Introduction to Stellar Astrophysics
- Rirchard O. Gray und Christopher J. Corbally, Stellar Spectral Classification

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung (1 Protokoll (Bearbeitungsdauer 6 Wochen)), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Stellar Physics Laboratory" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BMWXAS3	Wahlpflicht

Modultitel **Extragalactic Astronomy and Cosmology**

Modultitel (englisch) Extragalactic Astronomy and Cosmology

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Angewandte Quantensysteme in Zusammenarbeit mit der Thüringer Landessternwarte Tautenburg

Dauer 1 Semester

Modulturnus jährlich

Lehrformen

- Vorlesung "Extragalactic Astronomy and Cosmology" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Extragalactic Astronomy and Cosmology" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP
- Lehramt Physik

Ziele

Die Studierenden:

- verfügen über grundlegende Kenntnisse hinsichtlich des Aufbaus von Galaxien, ihrer Erscheinungsformen und Entwicklung, der großräumigen Struktur im Universum sowie der Formulierung von kosmologischen Weltmodellen und ihrer Überprüfung durch Beobachtungen,
- kennen in Grundzügen die diesen Phänomenen zu Grunde liegenden physikalischen Zusammenhänge,
- kennen einige moderne astronomische Beobachtungsmethoden und
- können sich ein aktuelles Forschungsgebiet erschließen.

Inhalt

- Aufbau der Milchstraße
- grundlegende kosmologische Weltmodelle und ihre Überprüfung durch Beobachtungen
- Aufbau, Entwicklung und Klassifizierung von Galaxien, insbesondere auch von aktiven Galaxienkernen
- Galaxienhaufen und großräumige Struktur im Universum
- Nachweise für das Vorhandensein von Dunkler Materie und Dunkler Energie
- wichtige, aktuelle Beobachtungsprojekte in verschiedensten Wellenlängenbereichen

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- P. Schneider, Extragalactic Astronomy and Cosmology, Springer 2015
- A. Liddle, An Introduction into Modern Cosmology, Wiley 2003

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.)</i>	
	Vorlesung "Extragalactic Astronomy and Cosmology" (2SWS)
	Seminar "Extragalactic Astronomy and Cosmology" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BMWXAS4	Wahlpflicht

Modultitel	Extragalactic Astronomy Laboratory
Modultitel (englisch)	Extragalactic Astronomy Laboratory
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Angewandte Quantensysteme in Zusammenarbeit mit der Thüringer Landessternwarte Tautenburg
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jährlich
Lehrformen	• Praktikum "Extragalactic Astronomy Laboratory" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik - B.Sc. IPSP - Lehramt Physik
Ziele	Die Studierenden - kennen einige moderne Beobachtungsmethoden der Extragalaktischen Astronomie, - beherrschen verschiedene Methoden zur Darstellung und Analyse von Beobachtungsdaten, insbesondere im Bereich von Radio-, Infrarot-, optischen und Röntgenwellenlängen, - kennen statische Methoden zur Analyse der Daten und können die Unsicherheiten der Analyseergebnisse quantifizieren, - kennen verschiedene Ressourcen insbesondere von frei verfügbaren Daten ("Open Data") zur multi-Wellenlängenanalyse von extragalaktischen Quellen
Inhalt	- Beobachtungsmethoden der Radioastronomie, der Infrarot-, der optischen sowie der Röntgenastronomie - Darstellung von Beobachtungen in den verschiedenen Wellenlängenbereichen mit z.B. ds9 und CASA, - Erstellen von Abbildungen, beispielsweise mit Python/astropy - Bestimmung von absoluten Helligkeiten sowie deren Unsicherheiten - Arbeiten mit größeren Stichproben - Interpretation von Galaxienspektren, Klassifikation von Galaxien - Analyse von Einzelobjekten mit Hilfe der Auswertung von Multiwellenlängenbeobachtungen
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme am Modul "Extragalactic Astronomy and Cosmology" (12-PHY-BMWXAS3)
Literaturangabe	Praktikumsanleitung
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung (1 Protokoll (Bearbeitungsdauer 6 Wochen)), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Extragalactic Astronomy Laboratory" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BW3CS1	Wahlpflicht

Modultitel	Introduction to Computer Simulation I
Modultitel (englisch)	Introduction to Computer Simulation I
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Computer-orientierte Quantenfeldtheorie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Computer Simulation I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Computer Simulation I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. Physik • B.Sc. IPSP • Lehramt Physik
Ziele	Die Studierenden sind nach der aktiven Teilnahme am Modul in der Lage, die wesentlichen Konzepte und Methoden von Computersimulationen einzuordnen und unterschiedliche Lösungsstrategien zu analysieren. Sie kennen gängige Verfahren und deren Anwendung auf Beispiele aus der statistischen Physik. Die Studierenden können eigene Programmcodes für Modellprobleme erarbeiten, deren Leistungsfähigkeit testen und die Aussagekraft durch Vergleiche mit bekannten Grenzfällen überprüfen.
Inhalt	<p>Molekulare Modellierung von Vielteilchensystemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundbegriffe der Statistischen Physik (Statistische Gesamtheiten und Mittelwertbildung, Verteilungs- und Korrelationsfunktionen, thermodynamische Funktionen und Transportkoeffizienten) - Computersimulationen von Vielteilchensystemen (Prinzipielle Methoden und Algorithmen, statistisch-mechanische Auswertungen) - Molekulardynamik (MD) im NVE - Ensemble und mit Thermalisierung (NVT) - Metropolis Monte-Carlo (MC) - Auswertungen und Beziehung zum Experiment - Anwendungen der MD- und MC-Methoden auf einfache Systeme
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - M.P. Allen and D.J. Tildesley, Computer simulation of liquids, Clarendon Press, Oxford, 1987. - R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik - Grundlagen und Anwendungen, mit Kapitel von H.L. Vörtler, Abriss der Monte-Carlo-Methode, Vieweg, Wiesbaden, 1995 - D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulations; From Algorithms to Applications, Academic Press, San Diego, London, 2002

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Computer Simulation I" (2SWS)
	Übung "Computer Simulation I" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BW3HL1	Wahlpflicht

Modultitel **Semiconductor Physics I**

Modultitel (englisch) Semiconductor Physics I

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Halbleiterphysik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Semiconductor Physics I" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 180 h
- Übung "Semiconductor Physics I" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 120 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP

Ziele

Die Studierenden:

- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute;
- eignen sich die Grundlagen der Halbleiterphysik an.

Inhalt

Es werden die Grundlagen der Halbleiterphysik erklärt, u.a. Kristallaufbau, Gitterschwingungen, Bandstruktur, Dotierungen, Transportphänomene, Oberflächen, optische Eigenschaften, Ladungsträger-Rekombination und Heterostrukturen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- M. Grundmann, The Physics of Semiconductors, Springer
- K. Seeger, Halbleiterphysik I und II, Vieweg und Teubner

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Zweiwöchentlich ausgegebene Hausaufgaben aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Semiconductor Physics I" (4SWS)
	Übung "Semiconductor Physics I" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BW3HL2	Wahlpflicht

Modultitel **Laboratory Work in Semiconductors I**

Modultitel (englisch) Laboratory Work in Semiconductors I

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Halbleiterphysik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen • Praktikum "Laboratory Work in Semiconductors I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit - B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP

Ziele Die Studierenden

- erwerben theoretische und experimentelle Kenntnisse über grundlegende Herstellungs- und Charakterisierungsmethoden der modernen Halbleiterphysik;
- können Standardmethoden der experimentellen Halbleiterphysik selbständig anwenden und bewerten;
- lernen, sich in Halbleiter-physikalische Aufgabenstellungen einzuarbeiten, diese kreativ umzusetzen und die gewonnenen Resultate zu präsentieren und zu verteidigen.

Inhalt Das Modul begleitet das Modul Halbleiterphysik I. Es werden Experimente an modernen Apparaturen der Arbeitsgruppe Halbleiterphysik durchgeführt, die auch im täglichen Einsatz in aktuellen Forschungsprojekten verwendet werden. Das Modul baut auf den im Bachelorstudium gewonnenen Kompetenzen zur praktischen Durchführung von Versuchen auf und ergänzt die Spezialisierung im Bereich Halbleiterphysik. Die Studierenden führen pro Semester 8 vorgegebene Versuche nach vorgegebenem Zeitplan durch. Das Praktikum umfasst die Züchtung dünner Filme (Pulsed Laser Deposition) und grundlegende Charakterisierungsmethoden der modernen Halbleiterforschung zur Struktur (SEM, RHEED, XRD), dem elektrischen Transport (Halleffekt), der strahlenden Rekombination (Photolumineszenz), zur dielektrischen Funktion (Ellipsometrie) und zu ferroischen Eigenschaften (ferroelektrische und magnetische Hysteresen). Die Vorbereitung auf die Versuche erfolgt in Eigenarbeit an Hand der ausführlichen Skripte. Die Versuche werden unter Anleitung eines Betreuers durchgeführt. Die Versuchsauswertung erfolgt durch ein vorzulegendes Protokoll mit mündlichem Testat, die jeweils benotet werden.

Teilnahmevoraussetzungen keine; Der Besuch der Vorlesung des Moduls Halbleiterphysik I ist empfehlenswert.

Literaturangabe - M. Grundmann: The Physics of Semiconductors, An Introduction including

Devices and Nanophysics
 Springer, Heidelberg, 2006; Revised and extended 2nd edition 2009.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.
 Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung (8 Versuche, 4 Protokolle (Bearbeitungsdauer 4 Wochen), 8 Abtestate), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Laboratory Work in Semiconductors I" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BW3MO1	Wahlpflicht

Modultitel	Introduction to Photonics I
Modultitel (englisch)	Introduction to Photonics I
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Molekulare Nanophotonik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Introduction to Photonics I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Introduction to Photonics I" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. Physik • B.Sc. IPSP • Lehramt Physik
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhalten eine vertiefende Einführung in Prinzipien der Optik - erlernen spezielle Rechenmethoden der Optik - erhalten einen Überblick zur Manipulation von Licht mit Hilfe aktiver optischer Bauelemente - erhalten einen Einblick in die Eigenschaften einzelner Photonen und deren Präparation - erlernen die Grundzüge der Quantenoptik und Quantenkryptographie
Inhalt	<p>Im Kurs werden vertiefende Kenntnisse zur Strahlen-, Wellen- und elektromagnetischen Optik vermittelt. Speziell werden aktive optische Bauelemente wie z.B. aus den Bereichen der Elektro- und Akustooptik erläutert. Weiterhin soll in das Gebiet der Photonik eingeführt und Probleme der Photonikstatistik, der Einzelphotonenquellen und der Quantenoptik/Quantenkryptographie erläutert werden.</p> <p>Im Seminar werden konkrete Rechenbeispiele aus aktuellen Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Photonik besprochen und die experimentelle Realisation verschiedener Messverfahren beispielhaft erläutert.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - B. E. A. Saleh / M. C. Teich: Fundamentals of Photonics, Wiley - D. Meschede: Optics, Light and Lasers: The Practical Approach to Modern Aspects of Photonics and Laser Physics, Wiley-VCH - L. Mandel / E. Wolf: Optical Coherence and Quantum Optics, Cambridge University Press - E. Hecht: Optics, Addison-Wesley

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Introduction to Photonics I" (2SWS)
	Übung "Introduction to Photonics I" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BW3MQ1	Wahlpflicht

Modultitel **Spin Resonance I**

Modultitel (englisch) Spin Resonance I

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Magnetische Resonanz komplexer Quantenfestkörper

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Spin Resonance I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Spin Resonance I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP

Ziele

Die Studierenden

- eignen sich grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Spinresonanz an,
- lernen die Grundlagen der Quantentheorie der Spinresonanz
- lernen Grundlagen des experimentellen Nachweises

Inhalt

- Dirac-Formulierung der Quantentheorie der Spinresonanz
- Dichteoperator-Formalismus für Spinresonanz
- Grundlagen Hochfrequenz-Messtechnik
- Elektronischer Nachweis und digitale Aufzeichnung rauschnaher Hochfrequenz-Signale

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- Slichter, C.P. Principles of Magnetic Resonance
- M. H. Levitt, Spin Dynamics

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Spin Resonance I" (2SWS)
	Übung "Spin Resonance I" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BW3QN1	Wahlpflicht

Modultitel **Quantum Physics of Nanostructures**

Modultitel (englisch) Quantum Physics of Nanostructures

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Direktor:in des Instituts für Theoretische Physik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Quantum Physics of Nanostructures" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h
- Übung "Quantum Physics of Nanostructures" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- B.Sc. Physik
- B.Sc. IPSP

Ziele Die Studierenden lernen die wesentlichen Konzepte und die theoretische Beschreibung von Quanteneffekten auf der Nanoskala kennen.

Inhalt Wesentliche Inhalte sind:

- Quantendrähte und Quantenpunkte
- Quanteninterferenz
- Dephasierung, d.h. Übergang von quantenmechanischem zu klassischem Verhalten
- Aharonov-Bohm Effekt und persistente Ströme
- Graphen
- Quanten-Hall Effekt
- Mesoskopische Supraleitung

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

Y. Imry, Introduction to mesoscopic physics, Oxford University Press
 T. Ihn, Semiconductor Nanostructures, Oxford University Press
 E. Akkermans and G. Montambaux, Mesoscopic Physics of Electrons and Photons, Cambridge University Press
 Y.V. Nazarov and Y.M. Blanter, Quantum Transport: Introduction to Nanoscience, Cambridge University Press

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Quantum Physics of Nanostructures" (3SWS)
	Übung "Quantum Physics of Nanostructures" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BW3SU1	Wahlpflicht

Modultitel	Superconductivity I
Modultitel (englisch)	Superconductivity I
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Supraleitung und Magnetismus
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Superconductivity I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h • Übung "Superconductivity I" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. Physik • B.Sc. IPSP • Lehramt Physik
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute; - werden mit den wichtigsten Phänomenen der Supraleitung vertraut; - lernen typische Anwendungen der Supraleitung kennen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Phänomenologie der Supraleiter vom Typ I und Typ II - Londonsche Theorie der Supraleitung - Ginzburg-Landau-Theorie - Problem der Verankerung von Flusslinien und ihre Bedeutung für Anwendungen <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - D. R. Tilley and J. Tilley: Superfluidity and Superconductivity - M. Tinkham: Introduction to Superconductivity - R. P. Huebener: Magnetic Flux Structures in Superconductors - P. G. de Gennes: Superconductivity of Metals and Alloys - W. Buckel und R. Kleiner, Supraleitung
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Bearbeiten von Hausaufgaben auf vier Übungsblättern. Für die bewerteten Übungsblätter werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte.

Vorlesung "Superconductivity I" (2SWS)

Übung "Superconductivity I" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BW3XAS1	Wahlpflicht

Modultitel	Stellar Physics
Modultitel (englisch)	Stellar Physics
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Angewandte Quantensysteme in Zusammenarbeit mit der Thüringer Landessternwarte Tautenburg
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jährlich
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Stellar Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Stellar Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. Physik • B.Sc. IPSP • Lehramt Physik
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - eignen sich grundlegende physikalische Kenntnisse über Aufbau und Entwicklung der Sterne an, - lernen moderne astronomische Beobachtungsmethoden kennen und einzuschätzen, - erschließen sich ein aktuelles Forschungsgebiet.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - beobachtbare physikalische Eigenschaften von Sternen - Theorie des Sternaufbaus und der Sternentwicklung - Eigenschaften der stellaren Endstadien - Szenario der Entstehung von Sternen und Planetensystemen - Extrasolare Planeten
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - Francis LeBlanc, An Introduction to Stellar Astrophysics - G.S. Bisnovatyi-Kogan, Fundamental Concepts and Stellar Equilibrium - G.S. Bisnovatyi-Kogan, Stellar Evolution and Stability
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 1***Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.)*

Vorlesung "Stellar Physics" (2SWS)

Seminar "Stellar Physics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MFS	Pflicht

Modultitel	Research Practice
Modultitel (englisch)	Research Practice
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Direktor:innen der Physikalischen Institute
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Seminar "Departmental Seminar" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 420 h Selbststudium = 450 h
Arbeitsaufwand	15 LP = 450 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	<p>Fachliche Kompetenzen. Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erlernen die effektive und umfassende Literaturrecherche zu einem speziellen Gebiet der Physik, - wenden so gewonnene Ergebnisse in der Praxis an, - erweitern ihre Spezialkenntnisse auf einem Forschungsgebiet entsprechend dem internationalen Forschungsstand, - sind in der Lage an spezifischen Diskussionen ihres Spezialgebietes teilzunehmen, - erlernen die Ausarbeitung eines wissenschaftlichen Arbeitsplans mit Arbeitszielen - können eine Präsentation zu einem abgegrenzten Thema des Forschungsgebiets erstellen. <p>Soziale Kompetenzen. Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - können einen Vortrag über ein aktuelles Forschungsgebiet so strukturieren und halten, dass ein physikalisch gebildetes Publikum dem Vortrag gut folgen kann, - beweisen sich erfolgreich in einer wissenschaftlichen Diskussion, - beherrschen die englische Fachsprache in freier Rede und werden befähigt, auf internationalen Fachtagungen ihre Ergebnisse präsentieren zu können.
Inhalt	<p>Dieses Modul ist Teil der Forschungsphase des Masterstudiums. Es dient der Einarbeitung in ein Spezialgebiet, das aus allen Teilgebieten der Physik an der Fakultät für Physik und Geowissenschaften und ihrer Forschungspartner gewählt werden kann. Die Studierenden erarbeiten sich unter Anleitung die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen des Spezialgebiets und erfahren im Abteilungsseminar die Präsentation und Diskussion aktueller wissenschaftlicher Fragestellungen zum Spezialgebiet.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Seminar "Departmental Seminar" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPASM	Wahlpflicht

Modultitel **Advanced Soft Matter and Biological Physics**

Modultitel (englisch) Advanced Soft Matter and Biological Physics

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Physik der weichen Materie

Dauer 1 Semester

Modulturnus mindestens jedes zweite Semester

Lehrformen

- Vorlesung "Advanced Soft Matter and Biological Physics" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 180 h
- Seminar "Advanced Soft Matter and Biological Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Advanced Soft Matter and Biological Physics" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- B.Sc. IPSP
- M.Sc. Physik
- M.Sc. IPSP

Ziele

Die Studierenden erfassen tiefgreifende Begriffe, Phänomene und Konzepte auf verschiedenen Komplexitätsskalen der Physik der weichen Materie. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage fortgeschrittene Konzepte aus dem Bereich Physik der weichen Materie und der biologischen Physik in Beziehung zu setzen, und fundamentale Konzepte anzuwenden. Daraus resultierend können sie Sachverhalte argumentativ darstellen sowie begründen um neue Hypothesen und Fragestellungen zu formulieren.

Inhalt

Es werden hochaktuelle, relevante Themen der Felder Physik der weichen Materie und biologische Physik behandelt.

Thematische Grundbausteine sind hierfür:

- Polymernetzwerke (verwoben, vernetzt, aktive Elemente)
- Nicht lineare Effekte und glasartiges Verhalten
- Statik und Dynamik von Netzwerken/Bündeln
- Flüssigkristalle
- Lipidmembranen
- Nicht-affines & Nicht-lineares Verhalten weicher Materie
- Viskoelastizität
- Zeit-Temperatur Superposition
- Nicht-Gleichgewichts Entmischung, Nicht-Gleichgewichts Fluktuationen
- Gleichgewichts Selbst-Assemblierung vs. Nicht-Gleichgewichts Selbst-Organisation
- Plastizität, aktives Verhalten, Brüche, nicht-lineare Eigenschaften
- Jamming Übergänge & Glasartiges Verhalten
- Nicht-Gleichgewichtsdynamik und Entropie in lebenden Systemen

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- M. Doi, S.F. Edwards: The Theory of Polymer Dynamics (Oxford Science Publication)
- P.G. de Gennes and J. Prost: The Physics of Liquid Crystals (Oxford Academic Press)
- Florian Huber, Jörg Schnauß, Susanne Rönicke, Philipp Rauch, Karla Müller, Claus Fütterer, Josef Käs: Emergent complexity of the cytoskeleton: from single filaments to tissue, Advances in Physics, Volume 62, Issue 1 (2013)
- Bruce Alberts: Molecular Biology of the Cell (Taylor & Francis Ltd.)
- Current review of the field

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Seminarvortrag mit Diskussion (30 Min.)</i>	
	Vorlesung "Advanced Soft Matter and Biological Physics" (4SWS)
	Seminar "Advanced Soft Matter and Biological Physics" (2SWS)
	Übung "Advanced Soft Matter and Biological Physics" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPE1	Wahlpflicht

Modultitel **Advanced Solid State Physics**

Modultitel (englisch) Advanced Solid State Physics

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Direktor:in des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik

Dauer 1 Semester

Modulturnus mindestens jedes zweite Semester

Lehrformen

- Vorlesung "Advanced Solid State Physics" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h
- Seminar "Advanced Solid State Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
- Übung "Advanced Solid State Physics" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 75 h Selbststudium = 90 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele Nach aktiver Teilnahme am Modul kennen die Studierenden komplexe Phänomene der Festkörperphysik und wissen, wie diese auf mikroskopische, quantenmechanische und kollektive Mechanismen zurückzuführen sind. Sie sind in der Lage, sich fortgeschrittene Verfahren und Experimente auf dem Gebiet der Festkörperphysik zu erschließen. Die Studierenden können typische Rechenmethoden anwenden und diese auf fortgeschrittene Fragestellungen der fortgeschrittenen Festkörperphysik übertragen.

Inhalt Es werden Spezialgebiete der Festkörperphysik behandelt, die auch an der Fakultät Gegenstand aktueller Forschung sind:

- Magnetismus
- Supraleitung
- Korrelierte Systeme
- Systeme mit reduzierter Dimensionalität
- Oberflächenphysik
- Strukturanalyse komplexer Festkörper
- Spektroskopie von Quantenfestkörpern
- weiterführende Gebiete der Halbleiterphysik

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe
Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik/Introduction to Solid State Physics (Oldenbourg/Wiley)
N.W. Ashcroft, D.N. Mermin, Festkörperphysik/Solid State Physics (Oldenbourg/Holt/Cengage Learning)
P. Philips, Advanced Solid State Physics (Cambridge University Press)

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1 <i>Prüfungsvorleistung: (Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.)</i>	Vorlesung "Advanced Solid State Physics" (4SWS)
	Seminar "Advanced Solid State Physics" (2SWS)
	Übung "Advanced Solid State Physics" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPEMSP	Wahlpflicht

Modultitel **Single-Molecule Spectroscopy**

Modultitel (englisch) Single-Molecule Spectroscopy

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Molekulare Biophysik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Single-Molecule Spectroscopy" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Praktikum "Single-Molecule Spectroscopy" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele

Die Studierenden erwerben Kenntnisse über grundsätzliche physikalische Techniken und Kenntnisse, die bei der Untersuchung und Charakterisierung von einzelnen biologischen und nichtbiologischen Molekülen als Bestandteile von weicher kondensierter Materie zum Einsatz kommen. Die Studierenden bekommen einen detaillierten Einblick in dieses Themengebiet und werden befähigt, Einzelmolekülexperimente selbstständig durchzuführen und mittels computergestützten Berechnungen zu analysieren. Die Studierenden vertiefen ihren Einblick in die Struktur und Dynamik weicher und biologischer Systeme.

Inhalt

Vorlesung:
Systeme der biologischen und der weichen Materie können ein komplexes Verhalten hinsichtlich ihrer Struktur und Dynamik aufweisen. Dieses ist in der Regel das Resultat einer kollektiven Wechselwirkung zwischen den einzelnen passiven oder aktiven Molekülen, aus welchen diese Systeme aufgebaut sind. Zum Verständnis, der makroskopische Eigenschaften, ist es dabei unerlässlich die molekularen Eigenschaften der Systeme genauestens zu kennen. Ziel der Veranstaltung ist es, mechanische und optische Einzelmolekülverfahren kennenzulernen, mit denen die Struktur und Dynamik von einzelnen Molekülen analysiert und in Echtzeit verfolgt werden kann. Dies erlaubt z.B. Einblick in Subpopulationen von Molekülen und Zuständen, die Untersuchung von aktiven, d.h. kraftgenerierenden Molekülen als auch Mikroskopie jenseits des Abbe'schen Beugungslimits. Spezielle Themen der Vorlesung sind:

- Struktur und Dynamik von Biomolekülen
- Methoden der Kraftspektroskopie (Pinzettentechniken, AFM)
- Theoretische Beschreibungen von kraftspektroskopischen Experimenten
- Fluoreszenzspektroskopie (Fluoreszenzlebensdauer, Fluoreszenzanisotropie)
- Multidimensionale Fluoreszenzspektroskopie
- Quantitative Auswertung von Fluoreszenzexperimenten mit Anwendungen zur

Struktur von Makromolekülen
 - Grundlagen der Signal- und Datenanalyse in Orts- und Frequenzraum,
 statistischen Analyse von Daten mit limitierter Statistik

Praktikum:
 Durchführung und Analyse von Einzelmolekülexperimenten. Darstellung der
 erzielten Ergebnisse in einem Bericht

Teilnahmevoraussetzungen

keine.
 Die Vorlesungen "Physik der weichen Materie" als auch "Active Matter Physics" sind eine gute Ergänzung zu diesem Kurs.

Literaturangabe

- Jonathan Howard: Mechanics of Motor proteins and the Cytoskeleton (Sinauer Associates)
 - Rob Phillips, Jane Kondev, Julie Theriot: Physical Biology of the Cell (Garland Science)
 - Joseph R. Lakowicz: Principles of Fluorescence Spectroscopy (Springer)

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
 Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung (3 Protokolle, Bearbeitungszeit 4 Wochen)</i>	
	Vorlesung "Single-Molecule Spectroscopy" (2SWS)
	Praktikum "Single-Molecule Spectroscopy" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPGFP	Wahlpflicht

Modultitel **Physics of Nanoporous Materials**

Modultitel (englisch) Physics of Nanoporous Materials

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Angewandte Magnetische Resonanz

Dauer 1 Semester

Modulturnus mindestens einmal alle 2 Jahre

Lehrformen

- Vorlesung "Physics of Nanoporous Materials" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Physics of Nanoporous Materials" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 25 h Selbststudium = 40 h
- Praktikum "Physics of Nanoporous Materials" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 20 h Selbststudium = 35 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele

Die Studierenden

- erschließen sich die Grundlagen eines aktuellen interdisziplinären Forschungsgebietes der Nanotechnologie
- eignen sich umfassende Kenntnisse über die Charakterisierung nanoporöser Materialien an
- erlernen experimentelle und theoretische Methoden zur Beschreibung und Untersuchung von Phasengleichgewichten und Phasenübergängen und zu Transportprozesse von Porenhaltstoffen in einschränkenden Geometrien
- vertiefen ihre Kenntnisse durch das Anwenden ausgewählter Methoden im Praktikum.

Inhalt

Das Modul baut auf Kenntnissen der allgemeinen Molekül- und Festkörperphysik auf. Es werden phänomenologische Beschreibungen und Anwendungen natürlicher und synthetischer poröser Festkörper mittels makroskopischer und mikroskopischer Strukturparameter behandelt.

Der geometrische Aufbau und die innere Struktur nanoporöser Materialien, Prinzipien zur Synthese von dispersen und porösen Festkörpern sowie moderne experimentelle Methoden und Theorien zur Untersuchung von Struktur, Adsorption und Diffusion in porösen Materialien werden erörtert und an Beispielen aus der aktuellen Forschung veranschaulicht. Diffusionsuntersuchungen beispielsweise mittels Interferenz und IR-Mikroskopie, PFG NMR sowie die energetische und die strukturelle Charakterisierung poröser Festkörper mittels Adsorptionstexturanalyse, Kalorimetrie und MAS NMR werden erläutert.

In Seminar und Praktikum vertiefen die Studierenden ihre in den Vorlesungen erworbenen Kenntnisse.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 25 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung (1 Protokoll, Bearbeitungsdauer 3 Wochen)</i>	
	Vorlesung "Physics of Nanoporous Materials" (2SWS)
	Seminar "Physics of Nanoporous Materials" (1SWS)
	Praktikum "Physics of Nanoporous Materials" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHLP3	Wahlpflicht

Modultitel	Semiconductor Physics II: Semiconductor Devices II
Modultitel (englisch)	Semiconductor Physics II: Semiconductor Devices II
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Halbleiterphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	• Vorlesung "Semiconductor Physics II: Semiconductor Devices II" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden: - erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute; - eignen sich die Funktionsweise, Eigenschaften, und Herstellung wichtiger Halbleiterbauelemente an, um auf diesem Wissen basierend selbst entsprechende Bauelemente weiterzuentwickeln oder neu konzipieren zu können.
Inhalt	Es werden die physikalischen Grundlagen, Eigenschaften, Funktionalität und Herstellung der wichtigsten modernen Halbleiterbauelemente behandelt, u.a. Dioden, Transistoren, CMOS, Mikroelektronik, Photodetektoren, CCD's, Laserdioden, optische Kommunikationssysteme, Solarzellen.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	M. Grundmann, The Physics of Semiconductors, Springer S. Sze, Physics of Semiconductor Devices, Wiley
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Semiconductor Physics II: Semiconductor Devices II" (4SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHLP5	Wahlpflicht

Modultitel **Laboratory Work in Semiconductors II**

Modultitel (englisch) Laboratory Work in Semiconductors II

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Halbleiterphysik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen • Praktikum "Laboratory Work in Semiconductors II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele Das Modul begleitet das Modul Halbleiterphysik II. Es werden Experimente zu Bauelementen in der Regel an modernen Apparaturen der Arbeitsgruppe Halbleiterphysik durchgeführt, die auch im täglichen Einsatz in aktuellen Forschungsprojekten verwendet werden.

Die Studierenden

- erwerben Kenntnisse über grundlegende Herstellungs-, Prozessierungs- und Charakterisierungsmethoden für moderne Halbleiterbauelemente;
- können elektronische und optische Bauelementeigenschaften selbständig bewerten;
- lernen, sich in Halbleiter-technologische Aufgabenstellungen einzuarbeiten, diese kreativ umzusetzen und die gewonnenen Resultate zu präsentieren und zu verteidigen.

Inhalt Die Studierenden führen pro Semester 8 vorgegebene Versuche nach vorgegebenem Zeitplan durch. Das Praktikum HLP II umfasst die vollständige Herstellung eines oxidischen Feldeffekt-Transistors in mehreren Prozessierungs-Schritten sowie die Untersuchung von verschiedenen anderen Halbleiter-Bauelementen, wie Dioden, Leuchtdioden, Photodetektoren, Solarzellen und Laserdioden. Die Vorbereitung auf die Versuche erfolgt in Eigenarbeit an Hand der ausführlichen Skripte. Die Versuche werden unter Anleitung eines Betreuers durchgeführt. Die Versuchsauswertung erfolgt durch ein vorzulegendes Protokoll mit mündlichem Testat oder einem Kurzvortrag, die jeweils benotet werden.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe - M. Grundmann: The Physics of Semiconductors, An Introduction including Devices and Nanophysics Springer, Heidelberg, 2006; Revised and extended 2nd edition 2009.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung (8 Versuche, 4 Protokolle (Bearbeitungsdauer 4 Wochen), 8 Abtestate), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Laboratory Work in Semiconductors II" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHLP6	Wahlpflicht

Modultitel	Semiconductor Physics III: Semiconductor Optics
Modultitel (englisch)	Semiconductor Physics III: Semiconductor Optics
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Halbleiterphysik
Dauer	2 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung mit integrierter Übung "Semiconductor Optics 1 - Fundamentals and Experimental Methods" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Vorlesung mit integrierter Übung "Semiconductor Optics 2 - Photonic Systems and Devices" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erwerben grundlegende Kenntnisse im Bereich der Kristall- und Halbleiteroptik sowie zu ausgewählten Aspekten der Physik der Licht-Materie-Wechselwirkung in modernen halbleiterbasierten photonischen Systemen - erlangen bzw. vertiefen Kenntnisse über spezielle experimentelle Methoden der Optik - lernen, aktuelle themenbezogene Veröffentlichungen kritisch zu bewerten bzw. nachzuvollziehen und in den historischen Kontext zu stellen.
Inhalt	<p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kristall- und Polarisationsoptik (Grundlagen und ihre praktische Anwendung) - Photonen in beschränkten photonischen Systemen (Resonatoren) - Elementaranregungen in 3D-periodischen Strukturen - schwache und starke Licht-Materie-Wechselwirkung - experimentelle optische Methoden (z.B. Raman-Streuung, IR-Spektroskopie, Ellipsometrie, Transmission- und Absorptionspektroskopie) - opto-elektronische Bauelemente (z.B. Photodioden inkl. Solarzelle, LED, Laser etc.).
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - C.F.Klingshirn: Semiconductor Optics; Springer, Berlin, 2007. - P.Y.Yu and M.Cardona: Fundamentals of Semiconductors; Springer, Berlin, 1996. - M. Born and E.Wolf: Principles of Optics; Cambridge University Press, Cambridge, 1999. - M. Grundmann: The Physics of Semiconductors, An Introduction including Devices and Nanophysics Springer, Heidelberg, 2016 (3rd edition).

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Hausarbeit (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung mit integrierter Übung "Semiconductor Optics 1 - Fundamentals and Experimental Methods" (2SWS)
	Vorlesung mit integrierter Übung "Semiconductor Optics 2 - Photonic Systems and Devices" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS1	Wahlpflicht

Modultitel **Modern Developments in Solid State Physics**

Modultitel (englisch) Modern Developments in Solid State Physics

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Direktor:in des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen • Seminar "Modern Developments in Solid State Physics" (2 SWS) = 30 h
Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele

- Studierende können die Phasen und die Wurzeln neuer Entwicklungen der Festkörperphysik historisch einordnen und Originalarbeiten auswerten,
- vervollkommen ihre Diskursfähigkeit und das Stellen von Fragen in Seminaren,
- lernen wie man eine schriftliche Ausarbeitung mit Hilfe von LateX erstellt

Inhalt Es werden aktuelle Themen aus dem Bereich der Festkörperphysik vorgestellt. Ein besonderer Fokus liegt auf neuen Entwicklungen in den Bereichen Supraleitung, Magnetismus und Quanteneffekten in Festkörpern und niedrigdimensionalen Systemen. Dabei werden sowohl theoretische als auch experimentelle Aspekte behandelt.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe - Kittel: Introduction to Solid State Physics (Wiley)

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Modern Developments in Solid State Physics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS10	Wahlpflicht

Modultitel	Molecular Nanotechnology
Modultitel (englisch)	Molecular Nanotechnology
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Molekulare Biophysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Seminar "Molecular Nanotechnology" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. IPSP • M.Sc. Physik • M.Sc. IPSP
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, zu den Themenkomplexen Literaturquellen zu erschließen und kritisch zu analysieren. Zudem können die Studierenden allein oder in kleinen Gruppen neue Fragestellungen entwerfen und eigene Projektideen entwickeln. Die gewonnenen Ergebnisse (Literaturanalysen, Projektskizzen) können sie in Form von Präsentationen verständlich darstellen.
Inhalt	Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen aus der molekularen Nanotechnologie (selbst-assemblierende Nanostrukturen, Anwendungen von Nanostrukturen in der Nanophotonik und Nanomechanik, Analyse von Nanostrukturen) kennen. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und analysieren kritisch Literaturquellen. Auf Basis dieser Arbeiten entwickeln sie eigene Ideen für ein Projekt in dem Themengebiet. Literaturanalyse als auch Projektskizze werden in einem Vortrag (Referat) präsentiert, dessen schriftliche Ausarbeitung sie einreichen. In diesem Zusammenhang vertiefen Studierende ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Molecular Nanotechnology" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS11	Wahlpflicht

Modultitel **Quantum Optics**

Modultitel (englisch) Quantum Optics

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in Arbeitsgruppe Quantenoptik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen • Seminar "Quantum Optics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, zu fortgeschrittenen Themen aus der Quantenoptik Literaturquellen zu erschließen und kritisch zu analysieren. Zudem können sich die Studierenden in ein aktuelles Forschungsthema einarbeiten und dieses in schriftlicher und mündlicher Form in verständlich darstellen. Die Studierenden vertiefen so ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, in dem Erstellen wissenschaftlicher Dokumente und in der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.

Inhalt Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen aus der Quantenoptik kennen. Die Quantenoptik beschreibt Eigenschaften und Wechselwirkungen quantisierter elektromagnetischer Strahlung ("Photonen"). Im Seminar lernen die Studierenden aktuelle Forschungsthemen aus dem Gebiet kennen, z.B. Quantenkryptografie, Quantenteleportation, Laserkühlung von Atomen und Molekülen, elektromagnetisch induzierte Transparenz (EIT), Resonator Quantenelektrodynamik (Circuit and Cavity QED), Quantenpunktkontakte, Exciton-Polariton Kondensate und Einzelphotonenquellen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Quantum Optics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS12	Wahlpflicht

Modultitel **Complex Systems**

Modultitel (englisch) Complex Systems

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Komplexe Systeme

Dauer 1 Semester

Modulturnus jährlich

Lehrformen • Seminar "Complex Systems" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- B.Sc. IPSP
- M.Sc. Physik
- M.Sc. IPSP

Ziele

Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen aus einem Anwendungsgebiet der Theorie komplexer Systeme kennen. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und halten dazu einen Vortrag (Referat), dessen schriftliche Ausarbeitung sie einreichen. In diesem Zusammenhang vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, dem Erstellen von schriftlichen Ausarbeitungen und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Einüben von kritischem Urteilen über die wissenschaftliche Qualität von Fachpublikationen.

Inhalt

Für das Seminar wird jeweils ein Themenschwerpunkt gesetzt. Mögliche Schwerpunkte liegen z.B. in der Klimaphysik, in geophysikalischer Strukturbildung, der Physik von Musikinstrumenten oder von Sportgeräten. Es wird angestrebt interdisziplinäre Themen mit einem externen Partner zu betreuen, z.B. Meteorologie bei der Klimaphysik, Musikwissenschaften für Musikinstrumente und Sportwissenschaften für die Sportgeräte. Vorschläge von Studierenden zu Themenschwerpunkten sind sehr willkommen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Complex Systems" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS13	Wahlpflicht

Modultitel	Complex Quantum Systems
Modultitel (englisch)	Complex Quantum Systems
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Professur für Komplexe Quantensysteme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Seminar "Quantum Many-Particle Systems" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. IPSP - M.Sc. Physik - M.Sc. IPSP
Ziele	In diesem Hauptseminar erarbeiten die Studierenden ein fortgeschrittenes Thema aus dem Bereich der Physik der Quanten-Vielteilchensysteme. Sie vertiefen ihre Kenntnisse in diesem Gebiet der Physik und erlernen Recherche- und Präsentationstechniken durch die Ausarbeitung des eigenen Vortrags, durch Anhören der weiteren Vorträge sowie in den sich an die Vorträge anschließenden Diskussionen.
Inhalt	<p>Themen zu den Grundlagen der statistischen Physik, dynamischer Thermalisierung, sowie stark korrelierter Elektronensysteme. Mögliche konkrete Themen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chaos in Vielteilchensystemen; - Dynamische Thermalisierung in Kernspinsystemen; - Supraleitung; - Ladungsdichtewellen in Festkörpern. <p>Vorschläge von Studierenden zu Themenschwerpunkten sind sehr willkommen. Die Vorträge können sowohl die theoretischen Aspekte als auch die relevanten Experimente darstellen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	R. Geroch: "Suggestions for giving talks". Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Quantum Many-Particle Systems" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS2	Wahlpflicht

Modultitel	High Temperature Superconductors
Modultitel (englisch)	High Temperature Superconductors
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Magnetische Resonanz komplexer Quantenfestkörper
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	• Seminar "High Temperature Superconductors" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden erarbeiten sich mit der Hochtemperatursupraleitung einen Überblick über ein modernes, offenes Forschungsgebiet der Festkörperphysik. Damit kommen sie mit den Anforderungen gegenwärtiger internationaler Forschung direkt in Kontakt. Sie erlernen, sich durch Selbststudium, Literaturrecherche, eigene Referate und Diskussionen in das Forschungsthema selbstständig einzuarbeiten.
Inhalt	Der Inhalt des Moduls bezieht sich auf das Themengebiet "Hochtemperatursupraleiter". Themenschwerpunkte sind <ul style="list-style-type: none"> - Physikalische und chemische Besonderheiten der Hochtemperatursupraleiter-Materialien - Theoretische Konzepte zur Hochtemperatursupraleitung - State-of-the-art Messmethoden für Hochtemperatursupraleiter - aktuellste Entwicklungen im Forschungsgebiet und potentielle Anwendungen
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	- aktuelle Originalarbeiten und Monographien zu ausgewählten Aspekten der Hochtemperatursupraleitung - Schrieffer: Handbook of high-temperature superconductivity (Springer) - Poole, Farach, Creswick, Prozorov: Superconductivity (Elsevier)
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "High Temperature Superconductors" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS3	Wahlpflicht

Modultitel	Biological Physics
Modultitel (englisch)	Biological Physics
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Biologische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	• Seminar "Biological Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	Neben dem Hauptziel, dem Kennenlernen aktueller biophysikalischer Fragestellungen aus der Literatur, sollen die Studierenden lernen wie sie Zugang zur aktuellen wissenschaftlichen Literatur bekommen und wie sie in der Flut der Publikationen deren Qualität beurteilen können. Neben dem Erlernen, wie wissenschaftliche Präsentationen gegeben werden, soll vermittelt werden wie man selbst wissenschaftliche Journale zur Publikation auswählt und wie man die wissenschaftlichen Arbeiten verschiedener Gruppen einordnet.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Welche wissenschaftlichen Journale gibt es? Wie sind sie einzuordnen? Wie bekomme ich Zugang? - Wie beurteile ich wissenschaftliche Arbeiten? Welchen Wert haben quantitative Faktoren (impact factor, citation index, usw.) - Wie halte ich einen wissenschaftlichen Vortrag? - Wie schreibe ich einen wissenschaftlichen Review? - Vermittlung aktueller wissenschaftlicher Fragestellungen in der Biophysik
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	aktuelle Veröffentlichungen im Bereich Biophysik
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Seminar "Biological Physics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS4	Wahlpflicht

Modultitel **Quantum Field Theory and Gravity**

Modultitel (englisch) Quantum Field Theory and Gravity

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation

Dauer 1 Semester

Modulturnus mindestens jedes zweite Semester

Lehrformen • Seminar "Quantum Field Theory and Gravity" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit B.Sc. IPSP
M.Sc. IPSP
M.Sc. Mathematical Physics
M.Sc. Physik

Ziele Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen zu den Gebieten Quantenfeldtheorie und Gravitation sowie verwandten Gebieten kennen. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und halten dazu einen Vortrag (Referat), den sie schriftlich ausarbeiten und einreichen. In diesem Zusammenhang vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, dem Erstellen von schriftlichen Ausarbeitungen und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.

Inhalt Fortgeschrittene Themen z.B. zu den Bereichen: Eichfeldtheorie, Mathematische Physik, Gravitationstheorie, Quantenfeldtheorie

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Quantum Field Theory and Gravity" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS5	Wahlpflicht

Modultitel	Quantum Field Theory
Modultitel (englisch)	Quantum Field Theory
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Theorie der Elementarteilchen
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	• Seminar "Quantum Field Theory and Particle Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. IPSP M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	Die Studierenden erlernen fortgeschrittenen Stoff aus dem Bereich der Quantenfeldtheorie und angrenzender Gebiete, wie z.B. Elementarteilchentheorie, statische Physik, Vielteilchensysteme. Die Studierenden erlernen: Vorbereiten und Halten von wissenschaftlichen Vorträgen, Literaturrecherche, Erstellung wissenschaftlicher Ausarbeitungen, Darstellung und Verstehen von komplexen wissenschaftlichen Konzepten. Jeder Studierende erarbeitet ein enger umgrenztes Thema, über welches er vorträgt und eine schriftliche Ausarbeitung einreicht.
Inhalt	Fortgeschrittene Themen, wie z.B.: 1) Renormierungstheorie 2) Zustandssummen/Pfadintegral in der Quantenfeldtheorie (z.B. Gitterformulierung) und statischen Physik 3) Wichtige Konzepte in der QFT, wie z.B. Symmetrien und deren Brechung, Operator Produkt Entwicklungen, etc. 4) Themen mit aktuellem Hintergrund, wie z.B. Holographie, AdS/CFT Korrespondenz
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019 Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Quantum Field Theory and Particle Physics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS6	Wahlpflicht

Modultitel	Cell Mechanics
Modultitel (englisch)	Cell Mechanics
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Biologische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	• Seminar "Cell Mechanics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen aus den Gebieten der Physik der Zellmechanik mit biologischem Schwerpunkt. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und können die Inhalte mündlich in Form eines Referates und eines wissenschaftlichen Posters darstellen. In diesem Zusammenhang vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, dem Erstellen von schriftlichen Ausarbeitungen und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.
Inhalt	<p>Themen aus dem Bereich der Physik der Zellmechanik und der biologischen Physik. Moderne Entwicklungen in der Biomaterialwissenschaft. Aktuelle und grundlegende Publikationen auf dem Gebiet der Zellmechanik.</p> <p>Beispielsweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Untersuchungen an einzelnen Zellen - Zellen im Verband und in ihrer natürlichen Umgebung - Wechselwirkung der Zellen mit der Umgebung - Untersuchungsmethoden der Zellmechanik - Anwendung physikalischer Modelle <p>Präsentationstechniken: Erstellung eines Vortrages (Herausarbeitung Grundlagen, der wichtigsten Ergebnisse, Einordnung der Ergebnisse) Gestaltung der Präsentation, Redetechnik, Erstellung und Präsentation eines Posters für eine wissenschaftliche Tagung (Inhalte, formale Gestaltung)</p> <p>Die Modulprüfung findet als 30 minütiges Einzelreferat inklusive der mündlichen Beantwortung von Fragen und der Diskussion zu einem vorgegebenem Thema statt. Als weitere Prüfungsleistung ist ein Poster aus dem Bereich der eigenen wissenschaftlichen Arbeit anzufertigen und zu erläutern.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in der Lehrveranstaltung.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Referat 30 Min., mit Wichtung: 1	Seminar "Cell Mechanics" (2SWS)
Wissenschaftliches Poster (2 Wochen), mit Wichtung: 1	

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS7	Wahlpflicht

Modultitel **Condensed Matter Theory**

Modultitel (englisch) Condensed Matter Theory

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Theorie der kondensierten Materie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen • Seminar "Condensed Matter Theory" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit B.Sc. IPSP
M.Sc. IPSP
M.Sc. Mathematical Physics
M.Sc. Physik

Ziele Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen aus den Gebieten der kondensierten Materie, der biologischen Physik, der stochastischen Dynamik, sowie aus verwandten Gebieten kennen. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und halten dazu einen Vortrag (Referat), dessen schriftliche Ausarbeitung sie einreichen. In diesem Zusammenhang vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, dem Erstellen von schriftlichen Ausarbeitungen und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.

Inhalt Fortgeschrittene Themen z.B. zu den Bereichen:
Struktur und Dynamik kondensierter Materie, Stochastische Dynamik, aktuelle interdisziplinäre Anwendungen der Theoretischen Physik

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Condensed Matter Theory" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPHS9	Wahlpflicht

Modultitel **Quantum Statistical Physics**

Modultitel (englisch) Quantum Statistical Physics

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Statistische Physik

Dauer 1 Semester

Modulturnus mindestens einmal alle 2 Jahre

Lehrformen • Seminar "Quantum Statistical Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit B.Sc. IPSP
M.Sc. IPSP
M.Sc. Mathematical Physics
M.Sc. Physik

Ziele Die Studierenden lernen in Seminarform fortgeschrittene Themen aus der quantenstatistischen Physik kennen. Sie arbeiten sich in ein spezielles Thema ein und halten dazu einen Vortrag (Referat), dessen schriftliche Ausarbeitung sie einreichen. In diesem Zusammenhang vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten in Recherche- und Präsentationstechniken, dem Erstellen von Ausarbeitungen und der strukturierten Darstellung komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge.

Inhalt Themen aus der Theorie niedrigdimensionaler Elektronensystemen mit starker Wechselwirkung sowie aus der Quantenphysik nanostrukturierter Systeme.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe R. Geroch: "Suggestions for giving talks", arXiv:gr-qc/9703019
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Quantum Statistical Physics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPIOM6	Wahlpflicht

Modultitel	Magnetism
Modultitel (englisch)	Magnetism
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Angewandte Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Magnetism" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Magnetism and Micromagnetic Modeling" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. IPSP • M.Sc. Physik • M.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden sind nach der aktiven Teilnahme am Modul in der Lage, die Physik des Magnetismus basierend auf den Konzepten der Atom- und Festkörperphysik qualitativ und quantitativ zu verstehen. Sie lernen ferner moderne Anwendungen und aktuelle Herausforderungen im Bereich des Magnetismus von den physikalischen Grundlagen her kennen. Dabei werden sie auch in moderne Verfahren, wie der mikromagnetischen Modellierung, eingeführt. Nach aktiver Teilnahme sind sie in der Lage, eigenständig in den genannten Bereichen zu arbeiten.
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen: Definitionen, Magnetismus freier Atome - Heisenberg-Spin-Hamiltonoperator, Austauschwechselwirkung, Molekularfeldnäherung - Bandmagnetismus, Stoner-Modell - Magnetismus an Oberflächen und Grenzflächen - Dimensionseffekte - Quantentopfzustände, Zwischenschicht-Austauschkopplung - Spinabhängiger Transport, GMR, TMR, Spin-Valves, CMR - Magnetische Speicher - Exchange spring magnets, ferromagnetische Formgedächtnislegierungen <p>Seminar:</p> <p>Begleitend zur Vorlesung werden Vorträge zu speziellen Themen aus dem Bereich des Mikromagnetismus (mit starkem Fokus auf magnetischen Domänen) und dessen Modellierung von den Modulteilnehmern gehalten.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine

Literaturangabe

D.C. Jiles: Introduction to Magnetism and Magnetic Materials (Chapman & Hall, 1990)
 S. Chikazumi, S. Charap: Physics of Magnetism (Krieger, 1978)
 D. Craik: Magnetism: Principles and Applications (Wiley, 1995)
 O'Handley: Modern Magnetic Materials: Principles and Applications (Wiley, 1999)
 W. Nolting: Quantentheorie des Magnetismus 1 und 2 (Teubner, 1986)
 A. Hubert, R. Schäfer, Magnetic Domains (Springer, 1998)
 A. Aharoni: Introduction to the Theory of Ferromagnetism (Clarendon Press, 1996)

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.
 Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Magnetism" (2SWS)
	Seminar "Magnetism and Micromagnetic Modeling" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPKP1	Wahlpflicht

Modultitel	Nuclear Physics
Modultitel (englisch)	Nuclear Physics
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Struktur und Eigenschaften komplexer Festkörper
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Nuclear Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Nuclear Physics" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über die grundlegenden Eigenschaften von Atomkernen und lernen verschiedene Modelle zu deren Beschreibung kennen. Sie werden befähigt, die Leistungen und Grenzen dieser Modelle zu analysieren und zu bewerten. Sie können einen experimentellen Aspekt der Kernphysik (Detektor, Beschleuniger, ...) in einem Kurzvortrag präsentieren und sich das dafür notwendige Wissen selbständig aneignen sowie die Inhalte auswählen und in den Vorlesungsstoff einordnen. Sie diskutieren Vor- und Nachteile von kernphysikalischen Anwendungen (Kernreaktoren, medizinische Anwendungen).
Inhalt	Beschleuniger, Wechselwirkung von Teilchen mit Materie, Detektoren. Masse, Bindungsenergie, Radius, Ladungsdichteverteilung, Spin, Kernmomente, Parität. Tröpfchenmodell, Weizsäcker-Formel, Fermi-Gas-Modell, Schalenmodell, Rotations- und Vibrationsmodell. Radioaktivität, Zerfallsgesetz, Zerfallsarten. Kernspaltung, Kernfusion, medizinische Anwendungen.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Bethge/Walter/Wiedemann, Kernphysik, Springer Mayer-Kuckuk, Kernphysik, Teubner Musiol/Ranft/Reif/Seeliger, Kern- und Elementarteilchenphysik, VCH Krane, Introductory nuclear physics, Wiley Hodgson, Gadioli, Gadioli-Erba, Introductory nuclear physics, Clarendon Press
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Seminarvortrag (15 min) zu einem experimentellen Aspekt der Kernphysik (Detektoren, Beschleuniger, Anwendungen) mit anschließender Diskussion und Bereitstellung der Vortragsfolien</i>	
	Vorlesung "Nuclear Physics" (2SWS)
	Seminar "Nuclear Physics" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPM1	Wahlpflicht

Modultitel Cellular Biophysics

Modultitel (englisch) Cellular Biophysics

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Biologische Physik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Cellular Biophysics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Cellular Biophysics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele

Die Studierenden

- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute;
- gewinnen grundlegende Kenntnisse über physikalische Eigenschaften der Zellen und physikalische Prozesse bei fundamentalen biologischen Vorgängen
- erschließen sich aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der zellulären Biophysik.

Inhalt Das Modul baut auf der Ausbildung in Experimenteller und Theoretischer Physik im Bachelorstudium auf.

1. Vorlesung "Cellular Biophysics"

Es werden grundlegende physikalische Eigenschaften der für biologische Zellen wichtigen funktionellen Module behandelt.

Stichpunktartiger Inhalt der Vorlesung:

- Aufbau der Zelle
- Zellbestandteile: Zellmembran, Zellorganellen, Zellskelett
- Zellteilung und Zellzyklus
- Transkription (DNA) und Translation (Proteine): Organisation des Genoms
- Zelloberflächenrezeptoren: Zell-Matrix und Zell-Zell Adhäsion
- Makromoleküle der extrazellulären Matrix
- Mikromechanik der Zelle
- Endothelzellmechanik

2. Seminar "Cellular Biophysics"

Aktuelle grundlegende Arbeiten aus dem Bereich der zellulären Biophysik werden in Einzelreferaten und anhand von Aufgaben erarbeitet.

Hinweis zur Prüfung: Die Zusammensetzung des Portfolios wird von den Lehrenden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben. Beispiele für Leistungen im

Portfolio sind: Präsentationen, Referate, Diskussionsbeiträge und schriftliche Tests. Die Bearbeitungszeit für die Zusammenstellung des Portfolios nach Erbringung aller Leistungen beträgt vier Wochen.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Claudia Tanja Mierke, Cellular Mechanics and Biophysics, Structure and Function of Basic Cellular Components Regulating Cell Mechanics, eBook ISBN: 978-3-030-58532-7
 Erich Sackmann und Rudolf Merkel, Lehrbuch der Biophysik, Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-40535-0

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Portfolio, mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Cellular Biophysics" (2SWS)
	Seminar "Cellular Biophysics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPM3	Wahlpflicht

Modultitel **Experimental Methods in Biophysics**

Modultitel (englisch) Experimental Methods in Biophysics

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Biologische Physik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Experimental Methods in Biophysics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Experimental Methods in Biophysics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele

Die Studierenden

- erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute;
- gewinnen grundlegende Kenntnisse über Methoden zur Messung physikalischer Eigenschaften der Zellen, physikalische Messverfahren zur Charakterisierung biologischer Proben und physikalischer Eigenschaften wichtiger Molekülklassen,
- erschließen sich aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Biophysik und der physikalischen Krankheitserforschung.

Inhalt

Das Modul baut auf der Ausbildung in Experimenteller und Theoretischer Physik im Bachelorstudiengang Physik bzw. "International Physics Studies Program" auf.

1. Vorlesung:
Es werden die grundlegenden physikalischen Messverfahren zur Untersuchung biologischer Proben wie optische Mikroskopie, Spektroskopie und Streuverfahren erarbeitet.

2. Seminar: Aktuelle grundlegende Arbeiten aus dem Bereich der Biophysikalischen Methoden werden durch die Teilnehmer in Einzelreferaten und anhand von Aufgaben erarbeitet.

Hinweis zur Prüfung: Die Zusammensetzung des Portfolios wird von den Lehrenden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben. Beispiele für Leistungen im Portfolio sind: Präsentationen, Referate, Diskussionsbeiträge und schriftliche Tests. Die Bearbeitungszeit für die Zusammenstellung des Portfolios nach Erbringung aller Leistungen beträgt vier Wochen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Patrick F. Dillon, Biophysics, A Physiological Approach, Cambridge University

Press, ISBN 978-0-521-17216-5
Erich Sackmann und Rudolf Merkel, Lehrbuch der Biophysik, Wiley-VCH, ISBN
978-3-527-40535-0

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Portfolio, mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Experimental Methods in Biophysics" (2SWS)
	Seminar "Experimental Methods in Biophysics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPMON3	Wahlpflicht

Modultitel **Active Matter Physics**

Modultitel (englisch) Active Matter Physics

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Molekulare Nanophotonik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Active Matter Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Active Matter Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele Die Studierenden lernen die vielfältigen Phänomene aktiver Materie und die zugrundeliegenden Konzepte anhand von Beispielen aus biologischen und nichtbiologischen Systemen kennen. Sie erwerben theoretische Fertigkeiten zur Beschreibung aktiver Materie, als auch Verfahren zur Herstellung, Analyse und Kontrolle aktiver Materie im Experiment. Die Studierenden können aktuelle Forschungsergebnisse kritisch diskutieren und kleine Projekte selbständig bearbeiten.

Inhalt Aktive Materie besteht aus Einheiten, die Energie in Bewegung umsetzen und dadurch zahlreiche fundamentale Symmetrien nichtbelebter Materie (z. B. Reziprozität von Wechselwirkungen, Energieerhaltung, usw.) verletzen. Inhalte des Moduls sind unter anderem:

- physikalische Beschreibung aktiver Materie, mikroskopisch und feldtheoretisch als Vielteilchensysteme und phänomenologisch, thermo- bzw. hydrodynamisch, über ihre Symmetrien und Symmetriebrechungen
- ein Überblick über aktive biologische Materialien, wie molekulare Motoren, Cilien, Flagellen, Bakterien, etc., und damit verbundene Phänomene und z.B. Möglichkeiten zur Kontrolle
- ein Überblick über synthetische aktive Materialien, Antriebsmechanismen (z. B. phoretische), ihre Herstellung, Analyse und Kontrolle
- aktive Materie in externen Feldern (z. B. Chemotaxis, Gravitaxis, ...)
- kollektives Verhalten aktiver Materie (z. B. Schwärme)

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe [1] M. C. Marchetti, J. F. Joanny, S. Ramaswamy, T. B. Liverpool, J. Prost, M. Rao, and R. A. Simha, "Hydrodynamics of soft active matter", Reviews Modern Physics 85, 1143 (2013).

- [2] S. Ramaswamy, "The mechanics and statistics of active matter", Annual Reviews Condensed Matter Physics 1, 323 (2010).
- [3] C. Bechinger, R. Di Leonardo, H. Löwen, C. Reichardt, G. Volpe, and G. Volpe, "Active particles in complex and crowded environments", Reviews Modern Physics 88, 045006 (2016).
- [4] F. Cichos, K. Gustavsson, B. Mehlig, and G. Volpe, "Machine learning for active matter", Nature Machine Intelligence 2, 94 (2020).
- [5] G. Baffou, F. Cichos, and R. Quidant, "Applications and challenges of thermoplasmonics", Nature Materials (2020).
- [6] M. R. Shaebani, A. Wysocki, R. G. Winkler, G. Gompper, and H. Rieger, "Computational models for active matter", Nature Reviews Physics 2, 181 (2020).
- [7] G. Volpe, F. Cichos, and C. Bechinger, "Taking control of active matter", (2020).
 zzgl. Literatur aus dem Seminar

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Active Matter Physics" (2SWS)
	Seminar "Active Matter Physics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPMQ2	Wahlpflicht

Modultitel	Spin Resonance II
Modultitel (englisch)	Spin Resonance II
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Magnetische Resonanz komplexer Quantenfestkörper
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Spin Resonance II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Spin Resonance II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - eignen sich vertiefende Kenntnisse bei der theoretischen Beschreibung Spin-Resonanz an - lernen die Wechselwirkungen von Atomkernen und Elektronen kennen - lernen anspruchsvolle theoretische und messtechnische Konzepte der Spin-Resonanz
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Relaxation, Spin-Temperatur - Bestimmung der Hyperfein-Wechselwirkung - Direkte und indirekte magnetische Dipol-Wechselwirkung - Elektrische Quadrupol-Wechselwirkung - Mehrdimensionale Verfahren - Mehrfach-Resonanz - Bilderzeugung - Spektroskopie biochemischer Strukturen und Prozesse - Spektroskopie kollektiver elektronischer Anregungen
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme am Modul "Spinresonanz I" (12-PHY-BW3MQ1) oder vergleichbare Kenntnisse
Literaturangabe	<p>Slichter, C.P. Principles of Magnetic Resonance M. H. Levitt, Spin Dynamics Abragam, A.; Bleaney, B. "Electron Paramagnetic Resonance of Transition Ions"</p>
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Spin Resonance II" (2SWS)
	Übung "Spin Resonance II" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPMQ3	Wahlpflicht

Modultitel	Nuclear Magnetic Resonance Laboratory
Modultitel (englisch)	Nuclear Magnetic Resonance Laboratory
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Magnetische Resonanz komplexer Quantenfestkörper
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Semester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikum "Nuclear Magnetic Resonance Laboratory" (7 SWS) = 105 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	<p>Die Studierenden erlernen die selbstständige Durchführung von Spinresonanzexperimenten Sie</p> <ul style="list-style-type: none"> - erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung, eine moderne Untersuchungsmethode der physikalischen Institute; - sind mit den theoretischen Grundkonzepten der Kernspinresonanz (NMR)-Spektroskopie vertraut und eignen sich praktische Kenntnisse der Anwendung der NMR-Spektroskopie im Bereich der Festkörperphysik und Materialwissenschaften an; - vertiefen ihre praktischen Kenntnisse durch Anwendung ausgewählter NMR-Methoden und dem Auf- bzw. Ausbau eines NMR-Spektrometers
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Hochfrequenz-Messtechnik und Signalverarbeitung in der NMR Spektroskopie - statische und MAS NMR Verfahren - Echo-Methoden - Doppelresonanz-Experimente - Anwendung der erlernten Kenntnisse beim Aufbau eines Lehrspektrometers
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme an den Modulen 12-PHY-BW3MQ1 "Spinresonanz I" und 12-PHY-MWPMQ2 "Spinresonanz II" oder vergleichbare Kenntnisse
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - Slichter: Principles of Magnetic Resonance (Springer) - Levitt: Spin Dynamics (Wiley)
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Schriftliche Ausarbeitung (Bearbeitungszeit 4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Nuclear Magnetic Resonance Laboratory" (7SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPMQ4	Wahlpflicht

Modultitel **Electronic Spin Resonance Laboratory**

Modultitel (englisch) Electronic Spin Resonance Laboratory

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Magnetische Resonanz komplexer Quantenfestkörper

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Semester

Lehrformen • Praktikum "Electronic Spin Resonance Laboratory" (7 SWS) = 105 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Messverfahren der cw und gepulsten Elektronen Paramagnetischen Resonanz (EPR)-Spektroskopie und eignen sich Kenntnisse über deren Anwendung im Bereich der Festkörperphysik und Materialwissenschaften an. Sie vertiefen ihre praktischen Kenntnisse durch die Bearbeitung eines eigenen Forschungsobjektes innerhalb des Praktikums.

Inhalt Im Praktikum werden den Studierenden die quantenmechanischen Grundlagen der cw EPR, deren experimentelle Technik und ein Überblick über deren verschiedene Anwendungsgebiete (Festkörper- und Halbleiterphysik, Materialwissenschaften) vermittelt. Weiterhin machen sich die Teilnehmer mit einer repräsentativen Auswahl von Impuls-EPR (ESEEM, HYSOCORE) und Doppelresonanzexperimenten (ENDOR) vertraut.

Teilnahmevoraussetzungen Teilnahme an den Modulen 12-PHY-BW3MQ1 "Spinresonanz I" und 12-PHY-MWPMQ2 "Spinresonanz II" oder vergleichbare Kenntnisse

Literaturangabe - Weil, Bolton: Electron Paramagnetic Resonance (Wiley)

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Schriftliche Ausarbeitung (Bearbeitungszeit 4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Electronic Spin Resonance Laboratory" (7SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPPOC1	Wahlpflicht

Modultitel **Physics of Cancer I**

Modultitel (englisch) Physics of Cancer I

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Biologische Physik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Physics of Cancer I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Physics of Cancer I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele

Die Studierenden

- erhalten eine Einführung in ein interdisziplinäres Gebiet der Physik, Biochemie und Medizin,
- gewinnen grundlegende Kenntnisse über mechanische Eigenschaften von Krebszellen und Krebszellclustern und über physikalische Prozesse bei der Entstehung von Tumoren und ihrer bösartigen Fortschreitung
- erschließen sich aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Physik des Tumors.

Inhalt

1.) Vorlesung Physics of Cancer I
Es werden grundlegende physikalische Eigenschaften von Tumorzellen behandelt, die für den Fortschritt der Krankheit von großer Bedeutung sind:

- Entstehung von Tumoren
- Gutartiger oder bösartiger Tumor und Metastasierung
- Merkmale von Krebserkrankungen
- Zellkulturtechnik von Krebszellen
- Einfluss der Zellkultur auf die Mechanik der Tumorzellen
- Motilitätssays in 2D und 3D und biochemische und physikalische Migrationsmodelle
- Interaktion von Tumorzellen mit ihrer Umgebung
- Einfluss der Umgebungsmechanik auf die Zellmechanik
- Entzündung und Tumore: Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften von Tumorzellen
- Tumorspheroide und Messung ihrer mechanischen Eigenschaften
- Analyse der mechanischen Eigenschaften von Tumorresektaten

2.) Seminar Physics of Cancer I
Im Seminar werden grundlegende Konzepte, experimentelle Methoden und aktuelle wissenschaftliche Fachartikel zu den obigen Themengebieten behandelt. Die Teilnehmenden stellen Themen zu einem vorgegebenem grundlegenden

Paper/Buch oder Konzept aus dem Bereich Physics of Cancer in Einzel- oder Gruppenreferaten vor und beantworten Fragen in der Diskussion zum Vortrag.

- Hinweis zur Prüfung: Die Zusammensetzung des Portfolios wird von den Lehrenden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben. Beispiele für Leistungen im Portfolio sind: Präsentationen, Referate, Diskussionsbeiträge und schriftliche Tests. Die Bearbeitungszeit für die Zusammenstellung des Portfolios nach Erbringung aller Leistungen beträgt vier Wochen.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

Claudia Tanja Mierke, Physics of Cancer Volume 1, IOP Publishing, Online ISBN: 978-0-7503-1753-5 and Print ISBN: 978-0-7503-1751-1
 Claudia Tanja Mierke, Physics of Cancer Volume 2, IOP Publishing, Online ISBN: 978-0-7503-2117-4 and Print ISBN: 978-0-7503-2114-3

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Portfolio, mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Physics of Cancer I" (2SWS)
	Seminar "Physics of Cancer I" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPPOC2	Wahlpflicht

Modultitel **Physics of Cancer II**

Modultitel (englisch) Physics of Cancer II

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Biologische Physik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Physics of Cancer II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Seminar "Physics of Cancer II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele

Die Studierenden

- erhalten eine weiterführende Ausbildung in einem interdisziplinären Gebiet der Physik, Biochemie und Medizin,
- gewinnen grundlegende Kenntnisse über mechanische Eigenschaften von Krebszellen und interagierenden Zellen, sowie physikalische Prozesse bei fundamentalen biologischen Vorgängen im Tumor
- erschließen sich aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Physik des Tumors.

Inhalt

1.) Vorlesung Physics of Cancer II
Es werden grundlegende physikalische Eigenschaften von Tumorzellen behandelt, die für den Fortschritt der Krankheit von großer Bedeutung sind:

- Einführung in die physikalische Tumorforschung
- Erläuterung verschiedener physikalischer Herangehensweisen an die Entstehung von Tumoren
- Modellsysteme zur Untersuchung der physikalischen Eigenschaften von Tumorzellen
- Interaktion von Tumorzellen und Endothelzellen und ihr wechselseitiger Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften
- Entstehung von Tumorendothelzellen und ihre Charakterisierung
- Kombination von zellbiologischen Techniken mit physikalischen Techniken
- Selektion von malignen und hochinvasiven Tumorzellen
- Einfluss der Genexpression auf die Zellmechanik
- Struktur, Architektur und Mechanik von Tumorzellnuclei
- Theoretische Modelle der Tumorentstehung

2.) Seminar Physics of Cancer II
Im Seminar werden aktuelle grundlegende Arbeiten aus dem Bereich der Physik des Tumors behandelt. Die Teilnehmenden stellen dazu Themen in Einzel- oder Gruppenreferaten vor und beantworten Fragen in der Diskussion zum Vortrag.

Hinweis zur Prüfung: Die Zusammensetzung des Portfolios wird von den Lehrenden zu Beginn des Moduls bekanntgegeben. Beispiele für Leistungen im Portfolio sind: Präsentationen, Referate, Diskussionsbeiträge und schriftliche Tests. Die Bearbeitungszeit für die Zusammenstellung des Portfolios nach Erbringung aller Leistungen beträgt vier Wochen.

Teilnahmevoraussetzungen

Teilnahme am Modul Physics of Cancer I empfohlen

Literaturangabe

Claudia Tanja Mierke, Physics of Cancer Volume 1, IOP Publishing, Online ISBN: 978-0-7503-1753-5 and Print ISBN: 978-0-7503-1751-1
 Claudia Tanja Mierke, Physics of Cancer Volume 2, IOP Publishing, Online ISBN: 978-0-7503-2117-4 and Print ISBN: 978-0-7503-2114-3

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Portfolio, mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Physics of Cancer II" (2SWS)
	Seminar "Physics of Cancer II" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG1	Wahlpflicht

Modultitel	General Relativity
Modultitel (englisch)	General Relativity
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation, Leiter:in der Abteilung Theorie der Elementarteilchen
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "General Relativity" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "General Relativity" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. IPSP M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Methoden der allgemeinen Relativitätstheorie mündlich und schriftlich darstellen und erläutern; - diese anwenden, um das Verhalten einfacher allgemein relativistischer Systeme zu untersuchen und vorherzusagen; - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Begriffe aus der speziellen Relativitätstheorie, Masse-Energie-Äquivalenz - Grundlagen der Differentialgeometrie: Mannigfaltigkeiten, Tangentialbündel, Tensorfelder, Metrik und Zusammenhänge, Geodäten, Riemannscher Krümmungstensor, Jacobigleichung, Isometrien, Foliationen - Einsteinsche Feldgleichung und Interpretation, spezielle Lösungen: Friedmann-Robertson-Walker kosmologische Modelle, kosmische Expansion; Schwarzschild-Außenraum-Lösung, Innenraum-Lösung. - Stabilität von Sternmaterie, Oppenheimer-Tolman-Volkhoff-Limit, Harrison-Wheeler-Diagramm, Chandrasekar-Grenze. Gravitationskollaps zu schwarzem Loch. - Raumzeit-Struktur von schwarzen Löchern, Singularitäten, Horizonte, kosmische Zensur, Singularitätentheoreme
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	R.M. Wald: General Relativity, University of Chicago Press, 1984; S.M. Carroll: Spacetime and Geometry, Addison-Wesley 2003. J.B. Hartle: Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity, Cummings

2002.
N. Straumann, General Relativity, Springer 2013.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1

Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

Vorlesung "General Relativity" (4SWS)

Übung "General Relativity" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG2	Wahlpflicht

Modultitel	Cosmology
Modultitel (englisch)	Cosmology
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Cosmology" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Cosmology" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. IPSP M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Begriffe, Konzepte, Methoden und Ergebnisse der modernen Kosmologie mündlich und schriftlich darstellen und erläutern; - diese Methoden selbständig anwenden, um das Verhalten einfacher kosmologischer Modelle zu untersuchen, und ihr Vorgehen begründen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Historischer Überblick: Entwicklung der Kosmologie - Beobachtungsmöglichkeiten und -ergebnisse, Entfernungsskalen, Materiezählung, Bewegung von Galaxien und Galaxienansammlungen - Abriss Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie, kosmologische Raumzeitmodelle, kosmische Expansion in der Theorie und Vergleich mit Beobachtungsergebnissen - Thermisches Verhalten von Strahlung und Materie im frühen Universum, Baryogenese, Nukleosynthese, Rekombination; Helium-Überschuss, Hintergrundstrahlungstemperatur - Horizont-Problem, inflationäre Szenarien - Dunkle Materie - Fluktuationen der Geometrie im frühen Universum als Keime der Strukturbildung, Quantisierung
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	H. Goenner: Kosmologie, Spektrum, 1998 S. Weinberg: Cosmology, Oxford University Press, 2008 S. Dodelson: Modern Cosmology, Academic Press, 2003
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Cosmology" (4SWS)
	Übung "Cosmology" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG3	Wahlpflicht

Modultitel	Quantum Field Theory on Curved Space Times
Modultitel (englisch)	Quantum Field Theory on Curved Space Times
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Quantum Field Theory on Curved Space Times" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Quantum Field Theory on Curved Space Times" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. IPSP M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Methoden der Quantenfeldtheorie auf gekrümmten Raumzeiten mündlich und schriftlich darstellen und erläutern; - diese anwenden, um das Verhalten einfacher feldtheoretischer Systeme zu untersuchen und vorherzusagen; - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Quantisierung von linearen Feldtheorien im Minkowskiraum - Global hyperbolische Raumzeiten, Quantisierung linearer Felder auf global hyperbolischen Raumzeiten, Hadamard-Zustände - Allgemein kovariante Quantenfeldtheorie: Grundlagen, Strukturaussagen - Teilchenerzeugung in externen Gravitationsfeldern für lineare Quantenfelder - Hawking-Effekt - Teilchenerzeugung im frühen Universum - Der renormierte Energie-Impuls-Tensor - Ausblick: Perturbatives Quantisierungs/Renormierungsprogramm für wechselwirkende Quantenfelder
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<p>R.M. Wald: General Relativity, University of Chicago Press, 1984; R.M. Wald: Quantum Field Theory in Curved Spacetime and Black Hole Thermodynamics, University of Chicago Press, 1996 R. Haag: Local Quantum Physics, Springer, 2nd ed., 1996 S. Fulling: Aspects of Quantum Field Theory in Curved Spacetime, CUP, 1990 N.D. Birrell, P.C.W. Davies: Quantum fields in curved space, CUP 1984</p>

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Quantum Field Theory on Curved Space Times" (4SWS)
	Übung "Quantum Field Theory on Curved Space Times" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQFG6	Wahlpflicht

Modultitel	Practical Course: Quantum Field Theory and Gravity
Modultitel (englisch)	Practical Course: Quantum Field Theory and Gravity
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Semester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikum "Practical Course: Quantum Field Theory and Gravity" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. IPSP M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> - sich in konzeptionelle und methodische Techniken der Quantenfeldtheorie und Gravitation einarbeiten, - Grundbegriffe der Literaturrecherche - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.
Inhalt	Die Inhalte des Moduls werden den Interessen und dem Wissensstand des/der Studierenden angepasst. Folgende Themenbereiche stehen zum Beispiel dem/der Studierenden zur Auswahl: Eichfeldtheorie, differentialgeometrische Aspekte der Theoret. Physik, Gravitationstheorie, Quantenfeldtheorie, nicht-kommutative Geometrie, Quanteninformationstheorie Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit (Bearbeitungszeit 4 Wo., Präsentation 45 Min.), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Practical Course: Quantum Field Theory and Gravity" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQT2	Wahlpflicht

Modultitel	Quantum Technology 2
Modultitel (englisch)	Quantum Technology 2
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Angewandte Quantensysteme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Quantum Technology 2" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Quantum Technology 2" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	<p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Kurs in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung, eine aktuelle Anwendung der Quantenoptik in Wissenschaft und Technik selbstständig zu erschließen und in Form einer Präsentation darzustellen - Methoden und Herausforderungen der Quantenoptik zu erklären und zu bewerten - das erlernte Wissen auf hypothetische Einsatzszenarien anzuwenden.
Inhalt	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in Quantenoptik. Themenkomplexe: Atom-Licht WW, Laser, Photostatistik, Antibunching, Fockstate, Coherentstate, squeezed light, Atom in cavities, Entangled states, Quantum cryptography.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<p>Introduction to Quantum optics: G. Grynberg, A. Aspect and C Fabre, ISBN978-0-521-55112-0; Quantum Optics: M.O. Scully and M.S.Zubairy 2008, ISBN978-0-521-43595-6</p>
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Quantum Technology 2" (2SWS)
	Seminar "Quantum Technology 2" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPQT3	Wahlpflicht

Modultitel	Quantum Technology 3
Modultitel (englisch)	Quantum Technology 3
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Angewandte Quantensysteme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Quantum Technology 3" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Quantum Technology 3" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	<p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Kurs in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundausbildung, eine aktuelle Anwendung von Quantentechnologie in Wissenschaft und Technik selbstständig zu erschließen und in Form einer Präsentation darzustellen - Methoden und Herausforderungen der Quantentechnologie zu erklären und zu bewerten - das erlernte Wissen auf hypothetische Einsatzszenarien anzuwenden.
Inhalt	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in Quantentechnologie, Quantencomputer und Quantensensoren.</p> <p>Themenkomplexe: Was sind Qubits? Grundlagen eines Computers, Quantencomputer, Quantenerrorcorrection, Adiabatischer QC (D-WAVE), Quanten-Sensoren, Praktische Realisierung.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine Teilnahme am Modul 12-PHY-MWPQT2 wird empfohlen.
Literaturangabe	Quantum Computation and Quantum Information: M.A. Nielsen and I.L.Chung. ISBN 978-1-1-107-00217-3
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Quantum Technology 3" (2SWS)
	Seminar "Quantum Technology 3" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPSEF1	Wahlpflicht

Modultitel	X-Ray Techniques
Modultitel (englisch)	X-Ray Techniques
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Struktur und Eigenschaften komplexer Festkörper
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "X-Ray Techniques" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "X-Ray Techniques" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über verschiedene röntgenbasierte Untersuchungsmethoden, die zur Analyse der Struktur und Zusammensetzung von Festkörpern genutzt werden. Anhand konkreter Anwendungsbeispiele werden sie befähigt, die Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Methoden zu analysieren und zu evaluieren. Sie können sich ausgewählte, vertiefende Aspekte selbständig erarbeiten, in den Kontext der Vorlesung einordnen und in einem Vortrag präsentieren.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Röntgenquellen: Röntgenröhren, Synchrotrons, andere Quellen - Röntgenbeugungs- und -streuungstechniken - Röntgenabsorptions-, Emissions- und Fluoreszenztechniken - Röntgenbildgebung für die Materialanalyse
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Als-Nielsen, Elements of Modern X-ray Physics, Wiley Zolotoyabko, Basic concepts of X-ray diffraction, Wiley Bokhoven/Lamberti, X-Ray Absorption and X-Ray Emission Spectroscopy, Wiley
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (20 min) mit schriftlicher Ausarbeitung (3 Wochen)</i>	
	Vorlesung "X-Ray Techniques" (2SWS)
	Seminar "X-Ray Techniques" (1SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPSTP1	Wahlpflicht

Modultitel	Quantum Field Theory of Many-Particle Systems
Modultitel (englisch)	Quantum Field Theory of Many-Particle Systems
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Statistische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 140 h Selbststudium = 200 h • Übung "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. IPSP M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	Die Studierenden lernen sowohl wesentliche Konzepte und Methoden der Quantenfeldtheorie kennen als auch wichtige Anwendungsbeispiele. Ausgehend von Funktionalintegralen werden durch die Behandlung von Anwendungen aus den Bereichen Nanophysik, ungeordnete Systeme und stark korrelierte Systeme Kenntnisse vermittelt, die die Bearbeitung aktueller Probleme auf dem Gebiet der Vielteilchenphysik mit Methoden der Quantenfeldtheorie erlauben.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Funktionalintegrale für Vielteilchensysteme - Greensche Funktionen, Antwortfunktionen und Observable - Störungstheorie und mittlere Feldnäherung - Kollektive Quantenfelder und Fluktuationen - Renormierungsgruppe - dissipatives Quantentunneln - topologische Feldtheorie
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	A. Altland and B.D. Simons, Condensed Matter Field Theory (Cambridge University Press); X.-G. Wen, Quantum Field Theory of Many-Body Systems: From the Origin of Sound to an Origin of Light and Electrons (Oxford Graduate Texts); H. Orland and J.W. Negele Quantum Many Particle Systems, Addison-Wesley;
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" (4SWS)
	Übung "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPSTP2	Wahlpflicht

Modultitel	Statistical Mechanics of Deep Learning
Modultitel (englisch)	Statistical Mechanics of Deep Learning
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Quantum Statistical Physics
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Statistical Mechanics of Deep Learning" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h • Seminar "Statistical Mechanics of Deep Learning" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über grundsätzliche Einsichten der statistischen Mechanik in die Funktionsweise von neuronalen Netzwerken. Hierbei werden physikalische Techniken verwendet, welche auch zur Analyse von wechselwirkenden Spinsystemen eingesetzt werden. Mit den erworbenen Kenntnissen erhalten die Studenten Einsichten in die Funktionsweise von tiefen neuronalen Netzwerken. Sie werden befähigt, Fachliteratur zur statistischen Analyse neuronaler Netzwerke zu verstehen, zu diskutieren und zu bewerten.
Inhalt	Struktur von tiefen neuronalen Netzwerken, Back-Propagation Algorithmus, Training von neuronalen Netzen am Beispiel des MNIST Datensatzes, Analyse von Gibbs und Online-Lernen eines Perzeptrons in der Lehrer-Schüler Konfiguration, Berechnung von Quenched Averages mit Hilfe der Replika-Methode, Analyse von Zweischicht-Netzwerken am Beispiel der Committee Machine, Bias-Variance Trade-off, Zufallsmatrix-Theorie und Analyse von Gewichtsmatrizen, Anwendung neuronaler Netze zur Lösung physikalischer Probleme
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	- A. Engel and C. van den Broeck, Statistical Mechanics of Learning, Cambridge University Press
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

Vorlesung "Statistical Mechanics of Deep Learning" (4SWS)

Seminar "Statistical Mechanics of Deep Learning" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPSUM2	Wahlpflicht

Modultitel	Superconductivity II
Modultitel (englisch)	Superconductivity II
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Supraleitung und Magnetismus
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Superconductivity II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Praktikum "Superconductivity II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erschließen sich, aufbauend auf einer soliden physikalischen Grundbildung, ein Forschungsgebiet der physikalischen Institute; - sind mit den Phänomenen, den theoretischen Konzepten und den mikroskopischen Theorien der Supraleitung vertraut; - lernen typische Anwendungen der Supraleitung kennen - wenden grundlegende Messmethoden fachgerecht an - üben wissenschaftliches Präsentieren durch Vorstellung der Ergebnisse eines Praktikumsversuches
Inhalt	Students get to know special subjects related to the dissipative processes in superconductors (Vortices and their movement), including the discussion of experimental results and recently published papers. Main concepts of the microscopic theory are also presented and discussed. The students have to do laboratory work using usual research equipments like SQUID and AC magnetometry, Resistance and micro-Hall measurements, torque magnetometry, etc.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - D. R. Tilley and J. Tilley: Superfluidity and Superconductivity - M. Tinkham: Introduction to Superconductivity - R. P. Huebener: Magnetic Flux Structures in Superconductors - P. G. de Gennes: Superconductivity of Metals and Alloys - W. Buckel und R. Kleiner, Supraleitung
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Bearbeiten von vier Praktikumsversuchen und erstellen von Praktikumsprotokollen
(Bearbeitungsdauer: 3 Wochen).*

Für die bewerteten Praktikumsprotokolle werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 75% der möglichen Punkte.

	Vorlesung "Superconductivity II" (2SWS)
	Praktikum "Superconductivity II" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPSUM3	Wahlpflicht

Modultitel **Superconductivity and Magnetism Laboratory**

Modultitel (englisch) Superconductivity and Magnetism Laboratory

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Supraleitung und Magnetismus

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen • Praktikum "Superconductivity and Magnetism Laboratory" (7 SWS) = 105 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit B.Sc. IPSP
M.Sc. Physik
M.Sc. IPSP

Ziele Die Studierenden erhalten einen Überblick über typische Messmethoden der Charakterisierung von Supraleiter und magnetischen Materialien und vertiefen ihre Kenntnisse durch das Anwenden ausgewählter Methoden der Tieftemperatur Physik im Praktikum. Sie treten erstmals mit den Anforderungen der internationalen Forschung innerhalb der Festkörperphysik in Kontakt.

Inhalt - Probenpräparation, teilweise mit dem fokussierten Ionenstrahlmikroskop
- Charakterisierung mit Methoden zum elektrischen Magnetowiderstand, SQUID und AC-Suszeptibilitätsmagnetometer, Micro-Hall-Sensoren, Kapazitätsmessungen und mit mikroskopischen Methoden wie Magnetkraft- und Rasterkraftmikroskopie, Andreev-Streuung, Rastertunnelmikroskopie

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe - Kittel: Introduction to Solid State Physics (Wiley) Kapiteln über Supraleitung bzw. Diamagnetismus-Paramagnetismus-Ferromagnetismus

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung (1 Protokoll (Bearbeitungsdauer 3 Wochen)), mit Wichtung: 1

Prüfungsvorleistung: Referat (45 Min.)

Praktikum "Superconductivity and Magnetism Laboratory" (7SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPT1	Wahlpflicht

Modultitel	Advanced Quantum Mechanics
Modultitel (englisch)	Advanced Quantum Mechanics
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Advanced Quantum Mechanics" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Advanced Quantum Mechanics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. IPSP M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Begriffe, Konzepte, Methoden und Ergebnisse der fortgeschrittenen Quantenmechanik mündlich und schriftlich darstellen und erläutern; - diese anwenden, um das Verhalten quantenmechanischer Systeme zu untersuchen und vorherzusagen; - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen - die erworbenen Kenntnisse auf neue Problemstellungen übertragen; - ihr Fachwissen anhand von Originalliteratur selbständig erweitern
Inhalt	Zustandsraum, Grundbegriffe der Quanteninformation, Symmetrie und Invarianz, identische Teilchen, Streutheorie, Näherungsmethoden für gebundene Zustände, (zeitabhängige und zeitunabhängige Störungstheorie, Variationsmethoden), relativistische Quantenmechanik
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	A. Galindo, P. Pascual: Quantum Mechanics 1 & 2, Springer TMP, 1991; A. Peres: Quantum Theory: Concepts and Methods, Kluwer 1998; F. Schwabl: Advanced Quantum Mechanics, Springer, 2005
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

	Vorlesung "Advanced Quantum Mechanics" (4SWS)
	Übung "Advanced Quantum Mechanics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPT2	Wahlpflicht

Modultitel	Advanced Statistical Physics
Modultitel (englisch)	Advanced Statistical Physics
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Theorie der kondensierten Materie, Leiter:in der Abteilung Theorie der Elementarteilchen
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Advanced Statistical Physics" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Advanced Statistical Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. IPSP M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Begriffe, Konzepte, Methoden und Ergebnisse der fortgeschrittenen statistischen Physik mündlich und schriftlich darstellen und erläutern; - diese anwenden, um das Verhalten von Systemen mit vielen Freiheitsgraden zu untersuchen und vorherzusagen; - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen - die erworbenen Kenntnisse auf neue Problemstellungen übertragen; - ihr Fachwissen anhand von Originalliteratur selbstständig erweitern
Inhalt	Begriffliche Vertiefung und relevante Beispiele der Gleichgewichts-Statistischen Mechanik, kritische Phänomene und Renormierungsgruppe, Thermodynamik und Statistische Mechanik des Nichtgleichgewichts, Einführung in stochastische Prozesse und Algorithmen
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Mehran Kardar: Statistical Physics of Particles; Statistical Physics of Fields, (Cambridge)
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

	Vorlesung "Advanced Statistical Physics" (4SWS)
	Übung "Advanced Statistical Physics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTET4	Wahlpflicht

Modultitel	Relativistic Quantum Field Theory
Modultitel (englisch)	Relativistic Quantum Field Theory
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Theorie der Elementarteilchen
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Relativistic Quantum Field Theory" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Relativistic Quantum Field Theory" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. IPSP M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Methoden der relativistischen Quantenfeldtheorie mündlich und schriftlich darstellen und erläutern; - diese anwenden, um das Verhalten einfacher feldtheoretischer Systeme zu untersuchen und vorherzusagen; - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Freie quantisierte Feldtheorien - Fock-Raum, Darstellungen der Poincaré-Gruppe - Streumatrix, Feynman-Regeln - Störungsentwicklungen, Grundzüge der Renormierungstheorie - Eichfeldtheorien
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<p>M. Srednicki, Quantum Field Theory, Cambridge University Press (2007) C. Itzykson, J.B. Zuber, Quantum Field Theory, Dover Books on Physics (2006) S. Weinberg, The Quantum Theory of Fields, Cambridge University Press (1995) J. Zinn-Justin, Quantum field theory and critical phenomena, Oxford University Press, (1996)</p>
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

	Vorlesung "Relativistic Quantum Field Theory" (4SWS)
	Übung "Relativistic Quantum Field Theory" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKM3	Wahlpflicht

Modultitel	Theory of Soft and Bio Matter
Modultitel (englisch)	Theory of Soft and Bio Matter
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Theorie der kondensierten Materie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Theory of Soft and Bio Matter" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Theory of Soft and Bio Matter" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. IPSP M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	Die Studierenden lernen wesentliche Phänomene, Konzepte und Methoden der Theorie der weichen kondensierten Materie und ihre Bedeutung für die quantitative Beschreibung biologischer Materie kennen. Darüber hinaus soll generell die interdisziplinäre Anwendung von Methoden der theoretischen Physik geübt werden.
Inhalt	<p>Wesentliche Inhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Begriffe aus der Statistischen Physik und Thermodynamik für Vielteilchensysteme, Fluktuationen und Response - Dichtefunktionaltheorien, Feldtheorien, Funktionalintegrale - Perturbative und nichtperturbative Methoden - Modellsysteme (z.B. Kolloide, Polymere, Membranen, granulare Materie) - Biologische Systeme (z.B. Zell-/Gewebestruktur und -mechanik) <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	Studierenden wird empfohlen über Grundkenntnisse aus der Thermodynamik und Statistische Mechanik zu verfügen.
Literaturangabe	P. M. Chaikin and T. C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics, Cambridge 1995; P.-G. de Gennes, Scaling Concepts in Polymer Physics, Cornell 1979; M. E. Cates, M. R. Evans, Soft and Fragile Matter: Nonequilibrium Dynamics, Metastability and Flow, IOP 2000
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

Vorlesung "Theory of Soft and Bio Matter" (4SWS)

Übung "Theory of Soft and Bio Matter" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKM4	Wahlpflicht

Modultitel	Practical Course: Condensed Matter Theory
Modultitel (englisch)	Practical Course: Condensed Matter Theory
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Theorie der kondensierten Materie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Semester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikum "Practical Course: Condensed Matter Theory" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. IPSP M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> - sich in konzeptionelle und methodische Techniken der Theorie kondensierter Materie einarbeiten, - Grundbegriffe der Literaturrecherche - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.
Inhalt	Die Inhalte des Moduls werden den Interessen und dem Wissenstand des/der Studierenden angepasst. Folgende Themenbereiche stehen zum Beispiel dem/der Studierenden zur Auswahl: Weiche Materie, biologische Physik, stochastische Dynamik, statistische Physik des Nichtgleichgewichtes, Netzwerke Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	Originalliteratur je nach Thema
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit (Bearbeitungszeit 4 Wo., Präsentation 45 Min.), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Practical Course: Condensed Matter Theory" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKM5	Wahlpflicht

Modultitel **Practical Course: Quantum Statistical Physics**

Modultitel (englisch) Practical Course: Quantum Statistical Physics

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Quantenstatistische Physik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Semester

Lehrformen • Praktikum "Practical Course: Quantum Statistical Physics" (2 SWS) = 30 h
Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- B.Sc. IPSP
- M.Sc. IPSP
- M.Sc. Mathematical Physics
- M.Sc. Physik

Ziele Parallel zu einem der Module "Quantenphysik von Nanostrukturen" oder "Quantum Field Theory of Many-Particle Systems" soll an Teilproblemen aktueller Forschungsprojekte selbständiges theoretisches Arbeiten (Einübung analytischer und numerischer Techniken, Literaturrecherche, Modellbildung, Problemlösung etc.) unter Anleitung geübt werden. Die Ergebnisse sollen in der Arbeitsgruppe diskutiert und vorgetragen sowie in einer schriftlichen Ausarbeitung dargestellt werden.

Inhalt Die Inhalte des Moduls werden den Interessen und dem Wissenstand des/der Studierenden angepasst. Folgende Themenbereiche stehen zum Beispiel zur Auswahl: mesoskopische Physik, Quantenfeldtheorie der Vielteilchensysteme

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit (Bearbeitungszeit 4 Wo., Präsentation 45 Min.), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Practical Course: Quantum Statistical Physics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKS1	Wahlpflicht

Modultitel	Stochastic Processes in Physics, Biology and Earth Sciences
Modultitel (englisch)	Stochastic Processes in Physics, Biology and Earth Sciences
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Komplexe Systeme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Stochastic Processes in Physics, Biology and Earth Sciences" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Stochastic Processes in Physics, Biology and Earth Sciences" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. IPSP - M.Sc. Physik - M.Sc. Mathematical Physics - M.Sc. IPSP
Ziele	Die Vorlesung soll eine Einführung in die Grundlagen der Theorie stochastischer Prozesse aus der Sicht der Physik geben und zum selbständigen Studium weiterführender Literatur und von Originalarbeiten befähigen. Damit soll das Verständnis von stochastischen Phänomenen aus der Physik und aus anderen Disziplinen befördert werden. Die Methoden werden eingeführt und motiviert in Hinblick auf konkrete Anwendungen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Charakterisierung zufälliger Variabler und stochastischer Prozesse (Grenzwertsätze, große Abweichungen), Anwendungen in der Statistischen Physik - Markov-Prozesse (Chapman-Kolmogorov-Gleichung, Mastergleichung, Kramer-Moyal-Entwicklung, Fokker-Planck-Gleichung), Anwendung auf Diffusionsprozesse, granulare Gasen und ASEPs, Fluktuationsrelationen nach Lebowitz und Spohn - Kontinuierliche stochastische Prozesse (Gauß-Prozesse, Ornstein-Uhlenbeck-Prozess, weißes Rauschen, Wiener-Prozess), Diskussion von Brownscher Bewegung und normaler Diffusion - Lévy-Prozesse (stabile Wahrscheinlichkeitsverteilungen), Ursachen von anomaler Diffusion - Langevin- und Fokker-Planck-Gleichungen (stochastische Differentialgleichungen und stochastische Integrale, Ito vs. Stratonovich), Anwendungen in der Transporttheorie und der Stochastischen Thermodynamik: Fluktuationstheoreme, Jarzynski Gleichung, Crooks Fluktuationstheorem. <p>Hinweis zur Prüfung: Die mündliche Prüfung besteht aus einer Präsentation (30 Min.) mit Diskussion (15 Min.).</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine

Literaturangabe

- H. Haken: Synergetics. An Introduction (Springer, 1983)
- C.W. Gardiner; Handbook of Stochastic Methods (Springer, 1985)
- aktuelle Beiträge aus Sommerschulen und Fachzeitschriften

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Stochastic Processes in Physics, Biology and Earth Sciences" (4SWS)
	Übung "Stochastic Processes in Physics, Biology and Earth Sciences" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKS2	Wahlpflicht

Modultitel	Non-linear Dynamics and Pattern Formation
Modultitel (englisch)	Non-linear Dynamics and Pattern Formation
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Komplexe Systeme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Non-linear Dynamics and Pattern Formation" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Non-linear Dynamics and Pattern Formation" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. IPSP - M.Sc. Physik - M.Sc. IPSP
Ziele	<p>Die Vorlesung soll eine Einführung in die grundlegenden Konzepte aus der Theorie nichtlinearer dynamischer Systeme und der Strukturbildung geben und zum selbständigen Studium weiterführender Literatur und von Originalarbeiten befähigen. Damit soll ein wenigstens qualitatives Verständnis einer Vielzahl von nichtlinearen Phänomenen in der Physik und anderen Disziplinen befördert werden. Zunächst werden Systeme mit wenigen Freiheitsgraden diskutiert. Danach werden Methoden zur Beschreibung von Systemen mit (unendlich) vielen Freiheitsgraden, insbesondere von räumlich ausgedehnten Systemen und von Systemen mit zeitlicher Verzögerung vorgestellt.</p> <p>Zu allen vorgestellten Konzepten werden experimentelle Anwendungen diskutiert und - so weit wie möglich - auch in der Vorlesung vorgeführt. Die Studierenden erwerben dabei die Kenntnisse, um Messdaten an eigenen Experimenten zu erfassen, zum Experiments korrespondierende numerische Untersuchungen durchzuführen und ihre Daten auszuwerten.</p>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Dynamische Systeme mit wenigen Freiheitsgraden (Charakterisierung von Flüssen, Klassifikation singulärer Punkte, periodische Lösungen, Bifurkationen, Normalformen, zentrale Mannigfaltigkeiten, strukturelle Stabilität, Katastrophen, Chaos in Hamiltonschen und dissipativen Systemen) - Strukturbildung in angetriebenen Systemen (Multiskalenanalyse, Amplitudengleichung für die Rayleigh-Benard-Instabilität, phänomenologische Amplitudengleichungen, Eckhaus- und Benjamin-Feir-Instabilitäten, Reaktions-Diffusions-Systeme, Turing-Instabilitäten) - Weiterführende Themen werden in Absprache mit den Studierenden diskutiert.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	G. Nicolis: Introduction to Nonlinear Science (Cambridge UP, 1995)

E. Ott: Chaos in Dynamical Systems (Cambridge UP, 2002)
 M. Cross, H. Greenside: Pattern Formation and Dynamics (Cambridge UP, 2009)

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.
 Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Non-linear Dynamics and Pattern Formation" (4SWS)
	Übung "Non-linear Dynamics and Pattern Formation" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPTKS3	Wahlpflicht

Modultitel **Practical Course: Complex Systems**

Modultitel (englisch) Practical Course: Complex Systems

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Leiter:in der Abteilung Theorie der kondensierten Materie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Semester

Lehrformen • Praktikum "Practical Course: Complex Systems" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit
- B.Sc. IPSP
- M.Sc. Physik
- M.Sc. IPSP

Ziele Parallel zu einem der Module "Stochastische Prozesse" oder "Nichtlineare Dynamik und Strukturbildung" soll an Teilproblemen aktueller Forschungsprojekte selbständiges theoretisches Arbeiten (Einübung analytischer und numerischer Techniken, Literaturrecherche, Modellbildung, Problemlösung etc.) unter Anleitung geübt werden. Die Ergebnisse sollen in der Arbeitsgruppe diskutiert und vorgetragen sowie in einer schriftlichen Ausarbeitung dargestellt werden.

Inhalt Die Inhalte des Moduls werden den Interessen und dem Wissenstand des/der Studierenden angepasst. Folgende Themenbereiche stehen zum Beispiel zur Auswahl: Phasenübergänge fern vom Gleichgewicht, anomaler Transport, Kippunkte und Instabilitäten in biologischen Systemen oder in Klimamodellen.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit (Bearbeitungszeit 4 Wo., Präsentation 45 Min.), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Practical Course: Complex Systems" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPXT1	Wahlpflicht

Modultitel	Group Theory and Its Applications in Physics
Modultitel (englisch)	Group Theory and Its Applications in Physics
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Group Theory and Its Applications in Physics" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 80 h Selbststudium = 140 h • Übung "Group Theory and Its Applications in Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 130 h Selbststudium = 160 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. IPSP M.Sc. Mathematical Physics M.Sc. Physik
Ziele	<p>Nach einer aktiven Teilnahme am Modul können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Begriffe, Konzepte, Methoden der Gruppentheorie mündlich und schriftlich darstellen und erläutern - diese anwenden bei der Beschreibung und Ausnutzung von Symmetrien in verschiedenen Bereichen der Physik; - einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten, lösen und ihr Vorgehen begründen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundbegriffe der Gruppentheorie: Gruppen, Homomorphismen, Wirkungen - Endliche Gruppen, Molekülsymmetrien, Punktgruppen und Kristallgitter - Darstellungstheorie von endlichen und kompakten Gruppen (bis zum Satz von Peter-Weyl) - Lie-Gruppen und Lie-Algebren (nur Matrix-Gruppen) - Drehgruppe und ihre Darstellungen (einschließlich Spinordarstellungen) - Darstellungen der Permutationsgruppe - Anwendungen in der Quantentheorie: Erster Wignerscher Satz, Drehimpuls und Spin, Clebsch-Gordan, Auswahlregeln, identische Teilchen, NMR-Spektren, Kernmodelle, Multipletts von Elementarteilchen - Einiges zur Darstellungstheorie nichtkompakter Gruppen: Lorentzgruppe und Poincaregruppe (optional: Induzierte Darstellungen, semidirekte Produkte, Wignersche Klassifikation der Elementarteilchen) <p>Die Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. Studien- und Prüfungsleistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine

Literaturangabe A. O. Barut, R. Raczka: Theory of group representations and applications, PWN Warsaw, 1977
 M. Hamermesh: Group theory and its application to physical problems, Addison-Wesley Reading-London, 1962
 S. Sternberg: Group theory and physics, Cambridge University Press, 1994

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Group Theory and Its Applications in Physics" (4SWS)
	Übung "Group Theory and Its Applications in Physics" (2SWS)

Master of Science International Physics Studies Program (ab WS 2023/24)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-MWPXT2	Wahlpflicht

Modultitel	Particle Physics
Modultitel (englisch)	Particle Physics
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Direktor:in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Particle Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Particle Physics" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. IPSP M.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - lernen die Konzepte und das Standardmodell der modernen Teilchenphysik kennen und werden eingeführt in - vereinheitlichende Theorien und den Ursprung des Universums.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Das Quark-Modell und die Bausteine der Welt - Symmetrien und Erhaltungssätze - Phänomenologie der schwachen Wechselwirkung: Neutrinophysik, Paritätsverletzung, CP-Verletzung - Eichtheorien und das Standardmodell der Teilchenphysik: die elektroschwache Theorie Quantenchromodynamik und die starke Wechselwirkung - Großvereinheitlichte Theorien: Protonzerfall, Neutrino-Oszillationen - Messmethoden und Detektoren der Teilchenphysik
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<p>Ch. Berger, Elementarteilchenphysik, Springer, 2006. M. Thomson, Modern Particle Physics, Cambridge University Press, 2018. D. Griffiths, Introduction to Elementary Particles, Wiley-VCH, 2008.</p>
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Lösung von wöchentlich ausgegebenen Übungsaufgaben zum Modulinhalt, für die Punkte vergeben werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des Semesters.

Vorlesung "Particle Physics" (2SWS)

Übung "Particle Physics" (1SWS)