

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BPMA1	Pflicht

Modultitel	Mathematik 1
Modultitel (englisch)	Mathematics 1
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Leitung des Mathematischen Instituts
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Lineare Algebra 1 und Analysis 1" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 180 h • Übung "Lineare Algebra 1 und Analysis 1" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
Arbeitsaufwand	9 LP = 270 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik
Ziele	Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen der Linearen Algebra und der Analysis. Sie sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse über Konzepte und Begriffe mündlich und schriftlich darzustellen und zu erläutern, diese an konkreten Problemen anzuwenden, einfache Modellprobleme selbständig zu bearbeiten, zu lösen und ihr Vorgehen zu begründen.
Inhalt	Lineare Algebra 1: - Lineare Räume (endl. dim.) - Lineare Abbildungen - Dualisierung - Basen - Matrizen - Determinanten - Quadratische Formen - Skalarprodukt - Lineare Gleichungssysteme Analysis 1: - Zahlen - Folgen - Reihen - Stetige Funktionen - Differential- und Integralrechnung für Funktionen einer Veränderlichen - Gleichmäßige Konvergenz - Potenzreihen
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	- H. Heuser "Lehrbuch der Analysis Teil 1" 17. Auflage, Vieweg+Teubner 2009 - S. Bosch "Lineare Algebra" 4. Auflage, Springer 2008 - H. Fischer, H. Kaul "Mathematik für Physiker, Band 1: Grundkurs" Vieweg+Teubner 2011

Vergabe von Leistungspunkten

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

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Lineare Algebra 1 und Analysis 1" (4SWS)
	Übung "Lineare Algebra 1 und Analysis 1" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BCPM	Pflicht

Modultitel	Einführung in die Modellierung physikalischer Prozesse
Modultitel (englisch)	Introduction to the Modeling of Physical Processes
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 "Einführung in Computer-basiertes physikalisches Modellieren" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Einführung in Computer-basiertes physikalisches Modellieren" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik
Ziele	Die Studierenden lernen den Umgang mit der Programmiersprache Python. Nach aktiver Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, experimentelle Daten in Python zu analysieren und graphisch darzustellen, physikalische Probleme vor allem numerisch zu lösen und deren Lösungen auch animiert darzustellen.
Inhalt	Einführung in die Programmiersprache Python und deren Anwendung für <ul style="list-style-type: none"> - Ein- und Ausgabe von Daten - Graphische Darstellungen von Daten - Anpassung von Daten mit Modellfunktionen, Regression, Least-Squares Methoden - Numerische Lösung von Differentialgleichungen - Anwendungen zur Lösung physikalischer Probleme - Animation numerischer Lösungen - Maschinenlernen mit Python - Ansteuerung von Hardware mit Python
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - A. Malthe-Sørenssen: Elementary Mechanics Using Python, Springer - J. M. Kinder / P. A. Nelson: A student's guide to Python for physical modeling, Princeton University Press. - H. P. Langtangen: A primer on scientific programming with Python, Springer-O. Natt: Physik mit Python https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61274-3
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Portfolio, mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Einführung in Computer-basiertes physikalisches Modellieren" (2SWS)
	Übung "Einführung in Computer-basiertes physikalisches Modellieren" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMAME	Pflicht

Modultitel	Mathematische Methoden - Methoden der klassischen Physik
Modultitel (englisch)	Mathematical Methods for Physicists - Methods of Classical Physics
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Studiendekan/in
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Mathematische Methoden - Methoden der klassischen Physik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Mathematische Methoden - Methoden der klassischen Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - B.Sc. Meteorologie
Ziele	Die Studierenden erlernen die wesentlichen Rechenmethoden der klassischen Mechanik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, mathematische Problemstellungen aus der Mechanik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, ihre Lösungen zu den Übungsaufgaben argumentativ darzustellen und zu begründen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Funktionen - Differenzieren und Integrieren von Funktionen mit einer Variablen - Komplexe Zahlen - Vektorrechnung - Kurven - und Volumenintegrale - Einführung in die Vektoranalysis im \mathbb{R}^3: div, rot, grad - Matrizen und Determinanten (u.a. Koordinatensysteme und Drehungen), lineare Gleichungssysteme, Eigenwertprobleme - Gewöhnliche Differentialgleichungen (Trennung der Variablen, homogene und inhomogene lineare Differentialgleichungen 1. und 2. Ordnung mit konstanten Koeffizienten)
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - K. Hefft, Mathematischer Vorkurs zum Studium der Physik, Springer, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-53831-9 - S. Großmann, Mathematischer Einführungskurs für die Physik, Springer, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-8348-8347-6
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: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Mathematische Methoden - Methoden der klassischen Physik" (4SWS)
	Übung "Mathematische Methoden - Methoden der klassischen Physik" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BPEP1-A	Pflicht

Modultitel	Experimentalphysik 1 - Mechanik
Modultitel (englisch)	Experimental Physics 1 - Mechanics
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Direktor/in Peter-Debye-Institut für Physik der weichen Materie / Direktor/in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Experimentalphysik 1 - Mechanik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Experimentalphysik 1 - Mechanik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - B.Sc. Meteorologie
Ziele	Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Mechanik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Mechanik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Mechanik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Mechanik argumentativ darzustellen und zu begründen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Kinematik und Dynamik des Massenpunktes, Newtonsche Gesetze, Kraft - Galilei-Transformation, beschleunigte Bezugssysteme, Trägheitskräfte - Erhaltungssätze: Impuls, Energie, Drehimpuls - Gravitation und Planetenbewegung - Spezielle Relativitätstheorie - Massenpunktsysteme, Stoßgesetze - Statik und Dynamik starrer Körper - Schwingungen, Fourieranalyse - Wellen - Mechanik deformierbarer Körper - Mechanik ruhender und bewegter Fluide - Klassisches Chaos
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	-W. Demtröder "Experimentalphysik 1 - Mechanik und Wärme" Springer 2021, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-62728-0
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: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Experimentalphysik 1 - Mechanik" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 1 - Mechanik" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-SQM-64	Wahlpflicht

Modultitel	Nachhaltige Entwicklung - Risikobewertung, Methoden und Modelle
Modultitel (englisch)	Sustainable Development - Risk Assessment, Methods and Models
Empfohlen für:	1./3./5. 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
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	Fakultätsübergreifendes Schlüsselqualifikationsmodul für Studierende aller Fakultäten (eventuelle Ausschlüsse regelt die Anlage 5 der Ordnung für die fakultätsübergreifenden Schlüsselqualifikationen)
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 beispielhaft für ausgewählte Themen einer nachhaltigen Entwicklung unter Beachtung der Sustainable Development Goals (Agenda 2030). 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.</p> <p>In Interaktion mit den Lehrenden lernen die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wie Standpunkte so kommuniziert werden können, 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).
Inhalt	<p>Lehrende 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.</p> <p>Das Modul wird mit einer Essay zu einem selbst gewählten Thema abgeschlossen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	Nicht für Studierende, die bereits am Modul 12-PHY-BMWBN1 teilgenommen haben.

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: Essay (Bearbeitungsdauer von 6 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Ringvorlesung "Nachhaltige Entwicklung - Risikobewertung, Methoden und Modelle" (2SWS)
	E-Learning-Veranstaltung "Nachhaltige Entwicklung - Risikobewertung, Methoden und Modelle" (1SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	30-PHY-EPHYB21	Wahlpflicht

Modultitel	English in Physics B2.1
Modultitel (englisch)	English in Physics B2.1
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Direktor/in des Sprachenzentrums
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Sprachkurs "English in Physics B2.1" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. Physik • M.Sc. Physik
Ziele	<p>Studierende können wissenschaftliches Englisch im Fach Physik entsprechend der Niveaustufe B2 des GER verstehen. Sie können längeren Redebeiträgen wie Vorlesungen und Fachvorträgen zu verschiedenen fachbezogenen Themen der Physik folgen und verstehen auch komplexe Argumentationen, wenn ihnen das Thema einigermaßen vertraut ist. Sie verstehen sowohl übergreifende als auch detaillierte Informationen und können Argumente und Gegenargumente für oder gegen einen bestimmten Standpunkt nachvollziehen.</p> <p>Studierende können zu fachbezogenen Themen der Physik auf Englisch längere Fachtexte lesen und verstehen, z.B. Artikel in einschlägigen populärwissenschaftlichen Zeitschriften, Reviews, Berichte und Protokolle über Experimente, Instruktionstexte / Gebrauchsanweisungen (z.B. Experimentieranleitungen, Sicherheitsvorschriften). Sie verstehen problemlos in ihrem Fachgebiet fach- und wissenschaftsspezifischen Wortschatz, Terminologie, Satz- und Textstrukturen. Sie erkennen Argumente und Gegenargumente.</p> <p>Studierende können Lese- und Hörstrategien für das Englische effektiv im Fachbereich der Physik anwenden.</p>
Inhalt	Lektüre ausgewählter wissenschaftlicher Fachtexte der Physik mit Nomenklatur- und Wortschatzarbeit einschließlich der Aussprache von Symbolen und mathematischen Zeichen; Hören von wissenschaftlichen Beiträgen und Vorlesungen; produktive Verarbeitung des Gelesenen und Gehörten in Diskussionen; Erwerb von Lese- und Hörstrategien
Teilnahmevoraussetzungen	Niveaustufe B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen
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: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Sprachkurs "English in Physics B2.1" (3SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BPMA2	Pflicht

Modultitel	Mathematik 2
Modultitel (englisch)	Mathematics 2
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Leitung des Mathematischen Instituts
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Lineare Algebra 2 und Analysis 2" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 180 h • Übung "Lineare Algebra 2 und Analysis 2" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
Arbeitsaufwand	9 LP = 270 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik
Ziele	Die Studierenden kennen die wesentlichen konzeptionellen Grundlagen von fortgeschrittenen Inhalten der Linearen Algebra und der Analysis. Sie sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse mündlich und schriftlich darzustellen und zu erläutern, diese an konkreten Problemen anzuwenden, einfache Modellprobleme selbständig zu bearbeiten, zu lösen und ihr Vorgehen zu begründen.
Inhalt	Lineare Algebra 2: <ul style="list-style-type: none"> - Metrische und normierte Räume - Hilberträume (endl. dim.) - Eigenwertproblem für hermitesche Matrizen - Diagonalisierung - Jordansche Normalform - Gruppen und lineare Darstellungen, insbesondere Drehgruppe und Permutationsgruppe Analysis 2: <ul style="list-style-type: none"> - Differentialrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher: Ableitung, Kettenregel, Taylorsche Satz, Satz über inverse bzw. implizite Funktionen, Extrema - Gewöhnliche Differentialgleichungen, Lösungsmethoden
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - H. Heuser "Lehrbuch der Analysis" Teil 1 & 2, 17. Auflage, Vieweg+Teubner 2009 - H. Fischer, H. Kaul "Mathematik für Physiker" Band 1&2, Vieweg+Teubner 2011
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Lineare Algebra 2 und Analysis 2" (4SWS)
	Übung "Lineare Algebra 2 und Analysis 2" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-SQM-11	Wahlpflicht

Modultitel	Digitale Informationsverarbeitung Fachnahe Schlüsselqualifikation
Modultitel (englisch)	Digital Information Processing Subject-related Key Qualification
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Leitung des Instituts für Informatik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Semester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Digitale Informationsverarbeitung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Digitale Informationsverarbeitung" (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. Biochemie • M.Sc. Sportwissenschaft: Diagnostik und Intervention • Fakultätsübergreifendes Schlüsselqualifikationsmodul für Studierende aller Fakultäten (eventuelle Ausschlüsse regelt die Anlage 5 der Ordnung für die fakultätsübergreifenden Schlüsselqualifikationen)
Ziele	Die Studierenden kennen grundlegende Begriffe der Informatik. Sie werden zur Erstellung einfacher Algorithmen befähigt und verstehen die prinzipiellen Abläufe in Computern.
Inhalt	<p>Fachübergreifende Einführung in die Informatik. Bei allen Themen stehen grundlegende Einsichten und Begriffe im Vordergrund. An ausgewählten Beispielen werden wichtige Methoden für Algorithmen erläutert.</p> <p>(1) Prinzipieller Aufbau und Arbeitsweise von (endlichen) Automaten und Computern (2) Aufbau von Netzwerken, Internet (3) Datensicherheit (4) Effizienz von Algorithmen, Grenzen der Berechenbarkeit</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: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Digitale Informationsverarbeitung" (2SWS)
	Übung "Digitale Informationsverarbeitung" (1SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BGP1-A	Pflicht

Modultitel	Physikalisches Grundpraktikum 1
Modultitel (englisch)	General Physics Laboratory 1
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Leiter:in Physikalisches Grundpraktikum
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Datenanalyse 1" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h • Praktikum "Grundpraktikum 1" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h
Arbeitsaufwand	6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik
Ziele	<p>Die Studierenden, nachdem sie aktiv am Modul teilgenommen haben,</p> <ul style="list-style-type: none"> - sind mit Grundprinzipien des Datenmanagements vertraut, - können ihre Daten mittels elektronischer Laborbücher organisieren, - experimentieren nach den Grundsätzen der guten wissenschaftlichen Praxis, - haben grundlegende Regeln der Protokollführung erlernt, - kennen unterschiedliche Typen von Messunsicherheiten, - können Typ A- und Typ B-Messunsicherheiten abschätzen und eine resultierende Messunsicherheit berechnen, - beherrschen einfache Verfahren der statistischen Analyse, - sind mit grundlegenden Messverfahren der Mechanik, Wärme- und Elektrizitätslehre vertraut, - haben eine gewisse Routine in der Handhabung physikalischer Instrumente erworben, - können allgemeine physikalische Prinzipien in unterschiedlichen Bereichen der Physik wiedererkennen.
Inhalt	<p>"Datenanalyse 1"</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse von Messunsicherheiten nach GUM (Guide to the expression of Uncertainty in Measurement) - Typ A-Messunsicherheit, empirische Messwertverteilungen, Mittelwert, Varianz, Standardabweichung, Standardfehler - Linearisierung von Messdaten, Lineare Regression - Typ B-Messunsicherheit, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Erwartungswerte, Messunsicherheiten aus Gerätespezifikation - Systematische Messunsicherheiten - Fehlerfortpflanzung - Grundsätze des Datenmanagements - Einführung in die Nutzung elektronischer Laborbücher - Grundsätze der guten wissenschaftlichen Praxis <p>"Grundpraktikum 1"</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durchführung von 10 Versuchen aus den Bereichen Mechanik, Wärmelehre und Elektrizitätslehre, insgesamt müssen mindestens 8 der 10 durchzuführenden

Versuche bestanden werden

Teilnahmevoraussetzungen

Teilnahme
 - an den Modulen 12-PHY-BPEP1-A und 12-PHY-BMAME
 - an der Arbeitsschutzbelehrung

Literaturangabe

W.Schenk, F. Kremer (Hrsg.), "Physikalisches Praktikum", Springer Verlag, 14.Auflage, 2014
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-00666-2>
 P.Möhrke, B.-U. Runge, "Arbeiten mit Messdaten", Springer Verlag, 2020
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-60660-5>
 G.Bohm, G. Zech, "Statistische Datenanalyse für Physiker", Springer Verlag, 2020
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61391-7>

Vergabe von Leistungspunkten

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

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung (10 Versuche (Bearbeitungsdauer der Protokolle: 1 Woche)), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Datenanalyse 1" (1SWS)
	Praktikum "Grundpraktikum 1" (4SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BPEP2	Pflicht

Modultitel	Experimentalphysik 2 - Wärme- und Elektrizitätslehre
Modultitel (englisch)	Experimental Physics 2 - Thermodynamics and Electricity
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Direktor/in Peter-Debye-Institut für Physik der weichen Materie / Direktor/in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Experimentalphysik 2 - Wärme- und Elektrizitätslehre" (5 SWS) = 75 h Präsenzzeit und 145 h Selbststudium = 220 h • Übung "Experimentalphysik 2 - Wärme- und Elektrizitätslehre" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - B.Sc. Meteorologie - B.Sc. Mathematik
Ziele	Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Wärme- und Elektrizitätslehre. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Wärme- und Elektrizitätslehre zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Wärme- und Elektrizitätslehre wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Wärme- und Elektrizitätslehre argumentativ darzustellen und zu begründen.
Inhalt	<p>Wärmelehre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hauptsätze der Thermodynamik, Temperatur, Wärmekapazität - Kinetische Gastheorie, Maxwell-Boltzmann-Verteilung - Ideales und Reales Gas - Entropie, Kreisprozesse und thermodynamische Maschinen - Phasenübergänge - Wärmeleitung. <p>Elektrizitätslehre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Statische elektrische Felder: Coulombsches Gesetz, elektrische Ladung, elektrisches Feld, Potential und Spannung, elektrischer Dipol, Kondensator, dielektrische Verschiebung, Gaußsches Gesetz. - Statische magnetische Felder: Stromdichte, Magnetfeld, Biot-Savartsches Gesetz, Kräfte auf Leiter, magnetischer Dipol, Amperesches Gesetz. - Bewegte Ladungen: Ladungsträger in elektrischen und magnetischen Feldern, Lorentzkraft. - Elektromagnetische Eigenschaften der Materie: Metalle, Halbleiter, Dielektrika, Ferroelektrika, Elektrolyte und galvanische Elemente, Dia- und Paramagnetismus, Ferromagnetika, Ohmsches Gesetz, Kirchhoffsche Regeln, magneto- und thermoelektrische Effekte. - Zeitabhängige Felder: Maxwell Gleichungen, magnetischer Fluss, Induktivität,

Schaltkreise, Impedanz, komplexe Darstellung von Wechselstrom und -spannung.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

- W. Demtröder "Experimentalphysik 1 - Mechanik und Wärme" Springer 2021,
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-62728-0>
 - W. Demtröder "Experimentalphysik 2 - Elektrizität und Optik" Springer 2017,
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-55790-7>

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: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Experimentalphysik 2 - Wärme- und Elektrizitätslehre" (5SWS)
	Übung "Experimentalphysik 2 - Wärme- und Elektrizitätslehre" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-L-C	Wahlpflicht

Modultitel	Grundlagen der Chemie
Modultitel (englisch)	Fundamentals of Chemistry
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Professur für Festkörperphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Grundlagen der Chemie" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 55 h Selbststudium = 100 h • Übung "Grundlagen der Chemie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 20 h Selbststudium = 50 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. Physik • Lehramt Physik
Ziele	Die Studierenden erfassen die grundlegenden Prinzipien, Modelle und Methoden der Chemie sowie der zugrundeliegenden Nomenklatur. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Chemie wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Chemie argumentativ darzustellen und zu begründen. Sie können an weiterführenden Veranstaltungen in dieser Fachrichtung teilnehmen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Struktur der Materie: Atome, Moleküle, Ionen - Stöchiometrie - Energie chemischer Reaktionen - Elektronische Struktur - Chemische Bindung - Zusammenhänge im Periodensystem, Hauptgruppenelemente - (Wässrige) Lösungen - Reaktionskinetik und chemisches Gleichgewicht - Säuren und Basen - Koordinationsverbindungen, Nebengruppenelemente - Elektrochemie - Organische Chemie - Makromoleküle
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - James E. Brady, John R. Holum: Chemistry. The Study of Matter and Its Changes, John Wiley & Sons 1996. - Charles E. Mortimer: Chemie: Das Basiswissen der Chemie, Georg Thieme Verlag 2007. - Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten: Chemistry. The Central Science, Pearson Education 2009.

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**

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 "Grundlagen der Chemie" (3SWS)
	Übung "Grundlagen der Chemie" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	30-PHY-EPHYB22	Wahlpflicht

Modultitel **English in Physics B2.2****Modultitel (englisch)** English in Physics B2.2**Empfohlen für:** 2./4./6. Semester**Verantwortlich** Direktor/in des Sprachenzentrums**Dauer** 1 Semester**Modulturnus** jedes Sommersemester**Lehrformen** • Sprachkurs "English in Physics B2.2" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 150 h**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)**Verwendbarkeit** • B.Sc. Physik
• M.Sc. Physik

Ziele

Studierende können wissenschaftliches Englisch im Fach Physik entsprechend der Niveaustufe B2 des GER selbstständig verwenden. Sie können zu verschiedenen fachbezogenen Themen der Physik wissenschaftliche Textsorten auf Englisch verfassen (z.B. Protokoll, Zusammenfassung) und verwenden dabei fachspezifischen Wortschatz, Terminologie sowie Satz- und Textstrukturen. Sie können zusammenfassende und detaillierte Informationen wiedergeben oder Argumente und Gegenargumente für oder gegen einen bestimmten Standpunkt darlegen. Studierende können adressatengerechte Anschreiben und E-Mails im akademischen Umfeld erstellen (z.B. Bewerbungsunterlagen für Praktika und weiterführendes Studium).

Studierende können sich mündlich so spontan und fließend zu fachbezogenen Themen der Physik auf Englisch äußern, dass ein normales Gespräch mit kompetenten Sprechern des Englischen gut möglich ist. Sie können klar und detailliert zu einem breiten Themenspektrum ihres Fachgebiets vortragen und sich an Diskussionen beteiligen. Sie können Argumente und Gegenargumente kontextadäquat vertreten, ihre Ansichten begründen und verteidigen und verwenden dazu wissenschaftssprachlichen Wortschatz, Terminologie, Satz- und Diskursmuster aus dem Fachbereich Physik.

Studierende können effektive Recherchemethoden im Fachbereich der Physik anwenden.

Inhalt

Verfassen von englischen Texten zu fachbezogenen Themen (z.B. Protokolle, Argumentationen); Präsentation eines computer-gestützten Fachvortrags; Diskussion zu Fachthemen und Simulation berufsbezogener Situationen (z.B. Beschreibungen von Vorgängen, Geräten, Experimenten, Auswertung experimenteller Ergebnisse, Interpretation von graphischen Darstellungen, E-Mails an akademisches Lehrpersonal, Bewerbungsschreiben für Praktikum/Masterstudiengang/Stipendium)

Mit erfolgreichem Abschluss der Module Englisch für Physiker B2.1 und B2.2 besteht die Möglichkeit, das UNICert-Fachsprachenzertifikat der Stufe II zu erwerben. Weiter Informationen unter www.sprachenzentrum.uni-leipzig.de

Teilnahmevoraussetzungen Niveaustufe B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen

Literaturangabe Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in der Lehrveranstaltung.

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	Sprachkurs "English in Physics B2.2" (3SWS)
Mündliche Prüfung 15 Min., mit Wichtung: 1	

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BPMA3	Pflicht

Modultitel	Mathematik 3
Modultitel (englisch)	Mathematics 3
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Leitung des Mathematischen Instituts
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Vektoranalysis und Funktionentheorie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 180 h • Übung "Vektoranalysis und Funktionentheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
Arbeitsaufwand	9 LP = 270 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - B.Sc. Meteorologie
Ziele	Die Studierenden kennen die Grundlagen der Vektoranalysis und Funktionentheorie. Sie sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse über Konzepte und Begriffe mündlich und schriftlich darzustellen und zu erläutern; diese an konkreten Problemen anzuwenden; einfache Modellprobleme selbständig zu bearbeiten, zu lösen und ihr Vorgehen zu begründen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Vektoranalysis (Rotation, Divergenz, Gradient) - Kurvenintegrale in beliebigen Dimensionen - Potential - Volumen- und Oberflächenintegrale in beliebigen Dimensionen - Variablentransformation - Sätze von Gauß und Stokes - Einführung in Lebesguesche Maß- und Integrationstheorie - Grundlagen Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik - Einführung in die Funktionentheorie, Residuensatz
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - H. Heuser "Lehrbuch der Analysis" Teil 1 & 2, 17. Auflage, Vieweg+Teubner 2009 - H. Fischer, H. Kaul "Mathematik für Physiker" Band 1&2, Vieweg+Teubner 2011 - K. Goldhorn, H. Heinz "Mathematik für Physiker 3: Partielle Differentialgleichungen- Orthogonalreihen, Integraltransformationen" Springer-Verlag 2008
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Vektoranalysis und Funktionentheorie" (4SWS)
	Übung "Vektoranalysis und Funktionentheorie" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BGP2-A	Pflicht

Modultitel	Physikalisches Grundpraktikum 2
Modultitel (englisch)	General Physics Laboratory 2
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Leiter:in Physikalisches Grundpraktikum
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Datenanalyse 2" (0,5 SWS) = 7,5 h Präsenzzeit und 22,5 h Selbststudium = 30 h • Praktikum "Grundpraktikum 2" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik
Ziele	<p>Die Studierenden, nachdem sie aktiv am Modul teilgenommen haben,</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen weiterführende Methoden des Datenmanagements, - können ihre Daten mittels elektronischer Laborbücher organisieren, - experimentieren nach den Grundsätzen der guten wissenschaftlichen Praxis, - verwenden Jupyter-Notebooks zur elektronischen Protokollführung, - analysieren Messdaten mit Fouriermethoden, - sind mit weiterführenden Messverfahren der Elektrizitätslehre und grundlegenden Messverfahren der Optik vertraut, - haben ihre Routine in der Handhabung physikalischer Instrumente gefestigt, - können allgemeine physikalische Prinzipien in unterschiedlichen Bereichen der Physik wiedererkennen.
Inhalt	<p>"Datenanalyse 2"</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regressionsverfahren - Fourierreihen, Fouriertransformation, diskrete Fouriertransformation - Weiterführendes Datenmanagement - Grundsätze der guten wissenschaftlichen Praxis <p>"Grundpraktikum 2"</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durchführung von 10 Versuchen, insgesamt müssen mindestens 8 der 10 durchzuführenden Versuche bestanden werden
Teilnahmevoraussetzungen	<p>Teilnahme</p> <ul style="list-style-type: none"> - an den Modulen 12-PHY-BPEP2 und 12-PHY-BGP1-A - an der Arbeitsschutzbelehrung
Literaturangabe	<p>W.Schenk, F. Kremer (Hrsg.), "Physikalisches Praktikum", Springer Verlag, 14.Auflage, 2014 https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-00666-2 G.Bohm, G. Zech, "Statistische Datenanalyse für Physiker", Springer Verlag, 2020 https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61391-7 T.Butz, "Fouriertransformation für Fußgänger", Springer Verlag, 2012</p>

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-8348-8295-0>

Vergabe von Leistungspunkten

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

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung (10 Versuche (Bearbeitungsdauer der Protokolle: 1 Woche)), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Datenanalyse 2" (0,5SWS)
	Praktikum "Grundpraktikum 2" (4SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BPEP3	Pflicht

Modultitel	Experimentalphysik 3 - Optik und Quantenphysik
Modultitel (englisch)	Experimental Physics 3 - Optics and Quantum Physics
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Direktor/in Peter-Debye-Institut für Physik der weichen Materie / Direktor/in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Experimentalphysik 3 - Optik und Quantenphysik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Experimentalphysik 3 - Optik und Quantenphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - M.Sc. Meteorology
Ziele	Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Optik und Quantenphysik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Optik und Quantenphysik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Optik und Quantenphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Optik und Quantenphysik argumentativ darzustellen und zu begründen.
Inhalt	<p>Optik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elektromagnetische Wellen: Wellengleichung, elektromagnetisches Spektrum, ebene und Kugelwellen, Energietransport und Poynting-Vektor, Polarisation, Reflexion und Transmission, Fresnelsche Formeln, Hertzscher Dipol. - Spezielle Relativitätstheorie. - Geometrische Optik: Reflexion, Brechung, Spiegel, Linsen, Prismen, Optische Instrumente, Dispersion, Abbildungsfehler. - Wellenoptik: Huygenssches Prinzip, Beugung, Interferenz, Kohärenz, Interferometer, Einzel- und Doppelspalt, Beugungsgitter. <p>Grundlagen der Quantenphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Photoeffekt, Schwarzkörperstrahlung, Photonengas, Plancksches Strahlungsgesetz, Rutherford-Streuung, Bohrsches Atommodell, Welle-Teilchen-Dualismus. - Wellenfunktion, Schrödinger-Gleichung, Quantenzustände, Potentialtopf, Tunneleffekt, Korrespondenzprinzip, Unschärferelation.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - Demtröder "Elektrizität und Optik" Springer-Verlag 2009 - A. P. French "Special Relativity", The M.I.T. Introductory Physics Series

- Haken, Wolf "Atom- und Quantenphysik: Einführung in die experimentellen und theoretischen Grundlagen" Springer 2004
- Alonso, Finn "Physik" Oldenbourg 2000

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: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Experimentalphysik 3 - Optik und Quantenphysik" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 3 - Optik und Quantenphysik" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BTP1	Pflicht

Modultitel	Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik
Modultitel (englisch)	Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - M.Sc. Meteorology
Ziele	<p>Die Studierenden kennen grundlegende Prinzipien und Formalismen der Theoretischen Mechanik, gewinnen einen ersten Einblick in die systematisierende Denkweise und formale Beschreibung von physikalischen Inhalten und erfassen dieses Herangehen als für den Aufbau physikalischer Theorien wesentlich. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Theoretischen Mechanik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Theoretischen Mechanik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Theoretischen Mechanik argumentativ darzustellen und zu begründen. Die Studierenden werden auf die Quantenmechanik und Statistische Physik vorbereitet.</p>
Inhalt	<p>Newtonsche Mechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Newtonsche Axiome - Nichtinertialsysteme - Erhaltungssätze - Keplerproblem - Mechanik der Massepunkte und starren Körper - kleine Schwingungen <p>Lagrange-Methoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zwangsbedingungen - Lagrange-Gleichungen 1. und 2. Art - Noether-Theorem - Hamiltonsches Prinzip <p>Hamiltonsche Mechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hamiltonsche Gleichungen - kanonische Transformationen - Hamilton-Jacobi-Gleichung - Integrierte Systeme

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe - J. Hohnerkamp, H. Römer: "Theoretical Physics: A Classical Approach", Springer, 1993
- H. Goldstein, C.P. Poole, J. Safko: "Classical Mechanics", Wiley, 2006

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: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (4SWS)
	Übung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-201-2006-2	Wahlpflicht

Modultitel	Grundlagen der Technischen Informatik 2
Modultitel (englisch)	Principles for Computer Engineering 2
Empfohlen für:	4./6. Semester
Verantwortlich	Professur für Neuromorphe Informationsverarbeitung
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Grundlagen der Technischen Informatik 2" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 20 h Selbststudium = 35 h • Übung "Grundlagen der Technischen Informatik 2" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 25 h Selbststudium = 40 h • Praktikum "Hardware-Praktikum" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	• B.Sc. Informatik
Ziele	<p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende Begriffe der Elektronik zu definieren - ausgewählte Bauteile aus dem Bereich der technischen Informatik zu beschreiben, zu analysieren und ihre Funktionsweise zu erklären - einfache analoge und digitale Schaltungen zu berechnen, zu analysieren, zu konzipieren und ihre Funktionsweise zu erklären - Experimente entsprechend einer Vorgabe durchzuführen und zu protokollieren sowie die Experimente zu analysieren und zu erklären - Versuchsmitschriften und Versuchsprotokolle verständlich und nachvollziehbar zu erstellen
Inhalt	<p>Wesentliche Inhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Schaltungstechnik und Transistoren als Schalter - Darstellung, Entwurfsminimierung und -realisierung digitaler Schaltungen - Aufbau und Funktionsweise von Rechnersystemen inklusive deren Peripherie
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: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1***Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung (5 Versuche inkl. Durchführung und Protokoll (1 Woche)) im Praktikum: "Hardware-Praktikum"*

	Vorlesung "Grundlagen der Technischen Informatik 2" (1SWS)
	Übung "Grundlagen der Technischen Informatik 2" (1SWS)
	Praktikum "Hardware-Praktikum" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	10-PHY-BPMA4	Pflicht

Modultitel Mathematik 4**Modultitel (englisch)** Mathematics 4**Empfohlen für:** 4. Semester**Verantwortlich** Leitung des Mathematischen Instituts**Dauer** 1 Semester**Modulturnus** jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Mathematik 4 - Partielle Differentialgleichungen und Operatoren im Hilbertraum" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 180 h
- Übung "Mathematik 4 - Partielle Differentialgleichungen und Operatoren im Hilbertraum" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h

Arbeitsaufwand 9 LP = 270 Arbeitsstunden (Workload)**Verwendbarkeit** - B.Sc. Physik

Ziele

Die Studierenden kennen wichtige Grundlagen der Operatoren im Hilbertraum und der Theorie der partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse über Konzepte und Begriffe mündlich und schriftlich darzustellen und zu erläutern; diese an konkreten Problemen anzuwenden; einfache Modellprobleme selbständig zu bearbeiten, zu lösen und ihr Vorgehen zu begründen.

Inhalt

- Distributionen
- Fouriertransformation
- Funktionalableitung
- Theorie der Operatoren im Hilbertraum
- Multilineare Algebra
- Tensoren
- Alternierende Formen
- Partielle Differentialgleichungen, Lösungsmethoden, wichtige Beispiele in der Physik (Schrödingergleichung, Wellengleichung, Laplacegleichung, Wärmeleitungsgleichung), ggf. Randwertprobleme

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- H. Heuser: Lehrbuch der Analysis Teil 2, Vieweg+Teubner
- I. Agricola / T. Friedrich: Vektoranalysis, Vieweg+Teubner
- H. Heuser: Funktionalanalysis, Teubner

Vergabe von Leistungspunkten

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

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 120 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Mathematik 4 - Partielle Differentialgleichungen und Operatoren im Hilbertraum" (4SWS)
	Übung "Mathematik 4 - Partielle Differentialgleichungen und Operatoren im Hilbertraum" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIOMP	Wahlpflicht

Modultitel **Order of Magnitude Physics****Modultitel (englisch)** Order of Magnitude Physics**Empfohlen für:** 4. Semester**Verantwortlich** Leiter:in der Arbeitsgruppe Komplexe Systeme**Dauer** 1 Semester**Modulturnus** jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Order of Magnitude Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Order of Magnitude Physics" (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 lernen grundlegende physikalische Prinzipien und Methoden zur Analyse und zum Abgleich von Daten und theoretischen Modellen in Situationen mit unvollständigem Wissen kennen. Insbesondere erwerben sie Erfahrung im Umgang mit komplexen Phänomenen, die sich nicht ohne weiteres durch einfache Berechnungen erfassen lassen. Dies wird ihre Fähigkeit verbessern, schwierige Probleme qualitativ zu verstehen und anzugehen, indem sie Schätzungen von Größenordnungen, Dimensionsanalysen und andere Plausibilitätsprüfungen verwenden. Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, Probleme in natürlicher dimensionsloser Form zu formulieren und auf dieser Grundlage wissenschaftliche Hypothesen zu formulieren und Fallstricke in der Statistik und in der Dateninterpretation zu vermeiden.

Inhalt

Der Ansatz der Größenordnung wird für Phänomene aus vielen Bereichen der Physik und darüber hinaus veranschaulicht. Der Schwerpunkt liegt auf einem spielerischen Ansatz zur unkonventionellen, praktischen Problemlösung und der Entwicklung von "Spielmodellen" und Hypothesen für ungelöste Probleme.

Inhalt:

- Schätzungen von Größenordnungen für komplexe Phänomene
- Dimensionsanalyse und Skalierung
- Aspekte der Turbulenz und Unordnung
- Selbstähnlichkeit und Fraktale
- Elemente der Renormierung
- Kollektive Freiheitsgrade
- Datenanalyse und -interpretation
- Statistische Methoden und Fallstricke

Die Übungsaufgaben bestehen aus:

- sechs Übungsblätter im Umfang von ca. 5 Seiten; das Lösen der Aufgaben darf auch als Gruppenleistung von bis zu 3 Studierenden erbracht werden, wobei der Beitrag des/der einzelnen Studierenden deutlich erkennbar und bewertbar sein

muss;
 - zwei erfolgreichen Aufgabenpräsentationen (10 Min.) in der Übung.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Literaturangabe

- D. Morin: "Introduction to Classical Mechanics" (Cambridge UP), Kapitel 1
- S. Mahajan: "Street Fighting Mathematics" (MIT Press)
- Clifford Swartz: "Back-of-the-Envelope Physics" (John Hopkins UP)
- J. Harte: "Consider a Spherical Cow" (Univ. Sc. Books)
- A.C. Fowler: "Mathematical Models in the Applied Sciences" (Cambridge UP)
- J.P. Sethna: "Entropy, Order Parameters, and Complexity" (Oxford UP)

Vergabe von Leistungspunkten

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

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Übungsaufgaben, mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Order of Magnitude Physics" (2SWS)
	Übung "Order of Magnitude Physics" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWBNE2	Wahlpflicht

Modultitel	Action Competence for Sustainability in Living Labs
Modultitel (englisch)	Action Competence for Sustainability in Living Labs
Empfohlen für:	4./5./6. Semester
Verantwortlich	Leitung der Leipziger Initiative für Nachhaltige Entwicklung (LINE)
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Semester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Seminar "Forschungsprojekt Reallabor" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h • Übung "Experimentelles Arbeiten" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik B.Sc. IPSP (Honours) - Fakultätsübergreifendes Modul "Reallabor" für das UniZertifikat "Handlungskompetenz für Nachhaltige Entwicklung" für Studierende aller Fakultäten
Ziele	<p>Im Laufe des Moduls suchen, untersuchen und diskutieren die Studierenden im Rahmen eines Realexperiments potentielle Lösungsmöglichkeiten für ein nachhaltigkeits- und gesellschaftsrelevantes Problem mit Bezug auf die 17 SDGs. Diese Arbeit erfolgt in einem möglichst interdisziplinären und multilingualen Team. Dabei werden die Interessen verschiedener Gruppen einbezogen und - unter Einbeziehung von Akteuren der Gesellschaft - nach wissenschaftlichen Kriterien bewertet (Sachkompetenz, Methodenkompetenz, Umsetzungskompetenz). Die Teilnehmenden integrieren die Erfahrung und das Fachwissen anderer in ihren jeweiligen Analysen (Sozialkompetenz), und sie müssen ihre Sichtweisen aus vielfältigen Perspektiven neu betrachten, beleuchten, hinterfragen und weiterentwickeln (Selbstkompetenz). Durch den Bezug zur Gesellschaft entwickeln sie eigenverantwortliches Handeln in Bezug auf die 17 SDGs (Sozialkompetenz) und sie entwickeln ihre Kompetenzen für die Kommunikation von Wissen im gesellschaftlichen Dialog (Wissenschaftskommunikation).</p>
Inhalt	<p>Durch Mitarbeit in einem Realexperiment im Rahmen eines Reallabors lernen die Studierenden die Herausforderungen und Potentiale von Forschung an der Schnittstelle zur Zivilgesellschaft kennen. Sie bearbeiten Fragestellungen mit gesellschaftlicher Relevanz, entwickeln Lösungsansätze und leisten einen Entwicklungsansatz zur nachhaltigen (Um-)Gestaltung der Gesellschaft in einem klar beschriebenen Kontext.</p> <p>Die Realexperimente finden in einer Serie statt, die möglichst auf Langfristigkeit ausgelegt ist. Mit den Absolventen werden die untersuchten Lösungsmöglichkeiten hinsichtlich ihres Erfolges evaluiert und in Hinblick die Übertragung auf andere Probleme ausgewertet. So entsteht ein Experimentierraum, in dem Erfolge und Fehlschläge reflektiert und dokumentiert werden. Die Realexperimente bilden die Grundlagen zum Adaptieren, Weiterentwickeln und Anpassen in Hinblick auf neue</p>

Experimente.

Diese Modul ist als "Reallabor" konzipiert und baut auf dem Grundlagenmodul für das interdisziplinäre Universitätszertifikat "Handlungskompetenz für nachhaltige Entwicklung" auf. Insgesamt basiert das Zertifikat auf 3 Modulen im Gesamtumfang von 20 LP: Grundlagenmodul, Vertiefungsmodul und Reallabor.

Teilnahmevoraussetzungen

Teilnahme am Modul 12-PHY-BMWBNE1

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 10 Wo., Präsentation 45 Min.), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Forschungsprojekt Reallabor" (2SWS)
	Übung "Experimentelles Arbeiten" (1SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BPEP4	Pflicht

Modultitel	Experimentalphysik 4 - Struktur der Materie
Modultitel (englisch)	Experimental Physics 4 - Structure of Matter
Empfohlen für:	4. Semester
Verantwortlich	Direktor/in Peter-Debye-Institut für Physik der weichen Materie / Direktor/in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Experimentalphysik 4 - Struktur der Materie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Experimentalphysik 4 - Struktur der Materie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - M.Sc. Meteorology
Ziele	Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Atom-, Molekül-, Kern- und Elementarteilchenphysik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Atom-, Molekül-, Kern- und Elementarteilchenphysik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Atom-, Molekül-, Kern- und Elementarteilchenphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Atom-, Molekül-, Kern- und Elementarteilchenphysik argumentativ darzustellen und zu begründen.
Inhalt	<p>Atomphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wasserstoffatom: Spektrallinien, Schrödinger-Gleichung, Orbitale, Energie- und Drehimpulsquantisierung. - Atome mit mehreren Elektronen: Spin und Stern-Gerlach-Versuch, Pauli-Prinzip, Hundsche Regeln, Systematik des Atombaues, Periodensystem, Atome in äußeren Feldern, Zeeman-Effekt, Paschen-Back-Effekt, Stark-Effekt, optische Übergänge, Auswahlregeln <p>Grundlagen der Quantenstatistik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boltzmann-, Fermi-Dirac-, Bose-Einstein-Statistik, Bose-Einstein-Kondensation, Superfluidität, ultrakalte Quantengase <p>Molekülphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chemische Bindung, Adiabatische Näherung, Molekülorbitale (LCAO), Rotations- und Schwingungsspektroskopie (Raman, Brillouin). Franck-Condon-Prinzip <p>Kernphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kerneigenschaften, Kernkräfte und Kernstrukturmodelle. Kernreaktionen und -zerfälle <p>Elementarteilchenphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elementarteilchen, Prozesse, Symmetrien. Beschleuniger und Nachweismethoden. Starke, elektromagnetische, schwache Wechselwirkung.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- Demtröder "Atome, Moleküle, Festkörper" Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009
- Haken, Wolf "Moleküle und Quantenchemie" Springer Berlin Heidelberg 2006
- Haken, Wolf "Molecular Physics and Elements of Quantum Chemistry" Springer 2010
- Haken, Wolf "Atom- und Quantenphysik" Springer Berlin Heidelberg 2004

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: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Experimentalphysik 4 - Struktur der Materie" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 4 - Struktur der Materie" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BTP2	Pflicht

Modultitel	Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik
Modultitel (englisch)	Theoretical Physics 2 - Quantum Mechanics
Empfohlen für:	4. Semester
Verantwortlich	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - M.Sc. Meteorology
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erfassen die Grundbegriffe zur Beschreibung von physikalischen Systemen in der Quantenmechanik; - kennen das Konzept und den formalen Apparat der Quantenmechanik sowie typische Anwendungsbereiche; - können damit relevante einfache Sachverhalte bearbeiten.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Elementare Phänomene, Schrödingergleichung, Superpositionsprinzip, Zustände im Hilbertraum - Observable, Operatoren im Hilbertraum, Erwartungswert, Spektrum, Streuung, Zeitentwicklung, Unschärferelation - Eindimensionale Probleme - Theorie des Drehimpuls, Spin - Zentralpotentiale, Einführung in Streutheorie und Störungstheorie
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - A. Messiah: "Quantum Mechanics", Dover, 1999 - F. Schwabl: "Quantenmechanik", Springer, 2008
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: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (4SWS)
	Übung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BW3PEP	Wahlpflicht

Modultitel	Projektpraktikum - "Externes Praktikum"
Modultitel (englisch)	Practical Project - "External Internship"
Empfohlen für:	4./5./6. Semester
Verantwortlich	Studiendekan:in der Physik und Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Semester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikum "Projektpraktikum" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhalten die Möglichkeit sich durch ein Praktikum in einem Betrieb/einer Firma/einer Forschungseinrichtung/anderen Einrichtungen eine individuelle Lernbiographie zuzulegen, die sie von anderen Bachelorabsolventen/innen abgrenzt; - ihre im Studium erlernten Kompetenzen anzuwenden und zu erweitern; - erwerben eine erste Orientierung auf dem Arbeitsmarkt bzw. in forschenden Einrichtungen.
Inhalt	<p>Der/die Studierende sucht sich einen Betrieb, eine Firma, ein Forschungsinstitut oder Ähnliches, in der er/sie seine/ihre im Studium erworbenen analytischen und problemlösenden Fähigkeiten anwendet, um Aufgabenstellungen zu bewältigen. Der Fokus hierbei liegt auf der Erweiterung seiner/ihrer Kompetenzen. Zusammen mit dem Betrieb, der Firma, der Forschungseinrichtung oder Ähnlichem wird eine Aufgabenstellung entwickelt, die innerhalb des vorgegebenen Workloads zu bewältigen ist. Diese Aufgabenstellung zeigt detailliert, welches Projekt bearbeitet werden soll, worin darin die analytischen und problemlösenden Fähigkeiten des/der Studierenden bestehen und welche Kompetenzen der/die Studierende dabei erlangt. Vor Beginn des Praktikums wird diese Aufgabenstellung dem Prüfungsausschuss vorgelegt, der darüber entscheidet, ob das angestrebte Praktikum den Ansprüchen genügt.</p> <p>Im Rahmen der schriftlichen Ausarbeitung präsentieren die Studierenden nach Abschluss des Praktikums, woran sie gearbeitet haben und inwieweit sie neben Fach- und Methodenkompetenzen durch das Praktikum auch ihre persönliche Selbst- und Sozialkompetenzen erweitert haben.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	Vorstellung der Aufgabenstellung vor Beginn des Praktikums durch Antrag an den Prüfungsausschuss
Literaturangabe	keine
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Schriftliche Ausarbeitung (Bearbeitungszeit 4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Projektpraktikum" (4SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Superconductivity I
Modultitel (englisch)	Superconductivity I
Empfohlen für:	4./6. 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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-SQM-63	Wahlpflicht

Modultitel Women in STEM**Modultitel (englisch)** Women in STEM**Empfohlen für:** 2./4./6. Semester**Verantwortlich** Leitung der Abteilung Struktur und Eigenschaften komplexer Festkörper**Dauer** 1 Semester**Modulturnus** jedes Sommersemester**Lehrformen** • Seminar mit Übungsanteil "Women in STEM" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium = 150 h**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)**Verwendbarkeit** Fakultätsübergreifendes Schlüsselqualifikationsmodul für Studierende aller Fakultäten (eventuelle Ausschlüsse regelt die Anlage 5 der Ordnung für die fakultätsübergreifenden Schlüsselqualifikationen)

Ziele Die Studierenden sind nach der aktiven Teilnahme am Modul in der Lage, die Unterrepräsentation von Frauen in bestimmten Naturwissenschaften, insbesondere der Physik, und auf bestimmten Qualifizierungsstufen zu quantifizieren und damit verbundene gesellschaftlichen Mechanismen zu verstehen. Sie können Ansätze der Gleichstellungsarbeit analysieren und eigene Vorschläge für eine verbesserte Förderung von Frauen im Sinne der Gleichstellung entwickeln. Die Studierenden erwerben Kompetenzen im Bereich Argumentation und Diskussionskultur sowie Präsentationstechnik und sind in der Lage mit fachfremder wissenschaftlicher Literatur zu arbeiten.

Inhalt Aufzeigen und Analyse vorhandener Strukturen in den Naturwissenschaften bezüglich der bestehenden Unterrepräsentation von Frauen, Diskussion des Bezugs zur aktuellen gesellschaftlichen Situation, auch mit Hinblick auf andere unterrepräsentierte Gesellschaftsgruppen, und Erarbeiten von Lösungsansätzen. Geschichte und Biografien von Frauen in Naturwissenschaften am Beispiel der Physik. Eigene Erfahrungen der Studierenden aus ihrem bisherigen Leben und Studium.

Hinweis zu der Lehrveranstaltung: Ein Teil der Präsenzzeit wird in Form von zwei Blockkursen durchgeführt.

Hinweise zur Prüfung: Portfolio bestehend aus 5 Essays zu verschiedenen Seminarthemen (Bearbeitungszeit jeweils 2 Wochen, Länge jeweils 1000 - 1500 Wörter, was bei einer gängigen Formatierung etwa 1,5 - 2 Seiten entspricht) und einem Vortrag mit anschließender Diskussion (Bearbeitungszeit 5 Wochen, Präsentation 20 min, Diskussion 10 min)

Teilnahmevoraussetzungen Englischkenntnisse vergleichbar Niveaustufe B2 gemäß dem Gemeinsamen europäischen Referenzrahmen

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: Portfolio, mit Wichtung: 1	
	Seminar mit Übungsanteil "Women in STEM" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BEP5	Pflicht

Modultitel	Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik
Modultitel (englisch)	Experimental Physics 5 - Solid State Physics
Empfohlen für:	5. Semester
Verantwortlich	Direktor/in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - M.Sc. Meteorology
Ziele	<p>Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Festkörperphysik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Festkörperphysik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Festkörperphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Festkörperphysik argumentativ darzustellen und zu begründen.</p>
Inhalt	<p>Drude-Modell:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Freies Elektronengas, Hall-Effekt, Frequenzabhängige Leitfähigkeit. Optische Eigenschaften. <p>Kristalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chemische Bindungen in Festkörpern. - Kristallstrukturen. - Bravaisgitter und Reziprokes Gitter. - Beugungsmethoden. <p>Gitterschwingungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Klassische und Quantentheorie des Harmonischen Gitters. - Phononen. Zustandsdichte. - Thermische Eigenschaften. - Elastische Konstanten. - Spektroskopische Methoden. <p>Leitungselektronen in Festkörpern:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Blochsches Theorem. - Quasi-freies Elektronen Modell. - Bändermodell. Tight-Binding Modell. - Elektrische und Thermische Eigenschaften. - Magnetotransport-Phänomene. - Grundlagen der Halbleiterphysik und Supraleitung.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- C. Kittel: Introduction to Solid State Physics (Wiley)
- J. Sólyom: Fundamentals of the Physics of Solids (Vol. 1 and 2) (Springer)
- S. Hunklinger: Festkörperphysik (Springer)
- G. Grosso and G. P. Parravicini: Solid State Physics (Academic Press)
- Ashcroft and Mermin: Solid State Physics (Holt-Saunders Int. Ed.)
- Ibach and Lüth: Solid-State Physics (Springer)
- Duan and Guojun, Introduction to Condensed Matter Physics Vol. 1 (World Scientific)

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: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BFP	Pflicht

Modultitel Fortgeschrittenen Praktikum**Modultitel (englisch)** Advanced Laboratory Course**Empfohlen für:** 5. Semester**Verantwortlich** Leiter Physikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum**Dauer** 1 Semester**Modulturnus** jedes Wintersemester**Lehrformen** • Praktikum "Fortgeschrittenen Praktikum" (6 SWS) = 90 h Präsenzzeit und 180 h Selbststudium = 270 h**Arbeitsaufwand** 9 LP = 270 Arbeitsstunden (Workload)**Verwendbarkeit** - B.Sc. Physik

Ziele

Die Studierenden

- erweitern ihre Kenntnisse über grundlegende experimentelle Verfahren der modernen Physik und machen sich mit anspruchsvoller physikalischer Experimentiertechnik auf Großgeräteniveau im wissenschaftlichen Umfeld der Fakultät vertraut;
- gewinnen eigene experimentelle Einblicke in spektroskopische Standardmethoden und deren theoretische Modellkonzepte zur Ergebnisinterpretation und können diese selbständig anwenden;
- lernen, sich in anspruchsvolle wissenschaftliche Aufgaben einzuarbeiten, diese kreativ umzusetzen, und die physikalischen Grundlagen und die gewonnenen Resultate zu präsentieren und zu verteidigen.

Inhalt

Es sind insgesamt 6 Versuche aus den folgenden Versuchskomplexen zu absolvieren:

- Kern- und Elektronenspin-Resonanz (NMR, EPR)
- Optisches Pumpen, Laserspektroskopie/Rb-Sättigungsspektroskopie
- Optische Spektroskopie (Molekül- und Gitterschwingungen, Raman, Polarisation)
- Halbleiter (Photolumineszenz, Halleffekt)
- Elektronische Zustände (Franck-Hertz-Versuch, Farbzentren, Zeemaneffekt)
- Strukturanalyse mit Röntgenstreuung (XRD)
- Radioaktivität (Gamma-, Alpha- und Beta-Zerfall)
- Raster-Sondenmikroskopie (AFM, STM), Massenspektrometrie

Das Praktikum setzt eine intensive Vorbereitung auf jeden Versuch voraus, damit die Aufgaben mit hoher Selbständigkeit bearbeitet werden können.

Die Praktikumsleistung setzt sich aus der Durchführung der Versuche, Protokollen zu den Versuchen (Bearbeitungszeit 6 Wochen) und Abtestaten zusammen. Dabei wird die Modulnote aus dem arithmetischen Mittel der Versuchsbewertungen errechnet. Versuche zu nicht bzw. nicht fristgerecht eingereichten Protokollen werden mit "ungenügend" bewertet. Insgesamt müssen mindestens 5 der 6 durchzuführenden Versuche bestanden werden.

Teilnahmevoraussetzungen

Teilnahme an den Modulen 12-PHY-BGP1 bzw. -BGP1-A, -BGP2-N bzw. -BGP2-A, -BGP3 bzw. -BCPM oder -BPEP1 bzw. -BPEP1-A bis -BPEP4; Teilnahme an der Arbeitsschutzbelehrung

- Literaturangabe** Nähere Informationen finden sich in den Versuchsbeschreibungen zu den Experimenten (einsehbar unter <https://home.uni-leipzig.de/physfp/fprakt.html>).
- Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung (6 Versuche (Bearbeitungsdauer der Protokolle: 6 Wochen)), mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Fortgeschrittenen Praktikum" (6SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BIOPL	Wahlpflicht

Modultitel	Open Project Laboratory
Modultitel (englisch)	Open Project Laboratory
Empfohlen für:	5. Semester
Verantwortlich	Direktor:in Peter-Debye-Institut für Physik der weichen Materie / Direktor:in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikum "Open Physics Laboratory" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. IPSP - B.Sc. Physik - M.Sc. IPSP
Ziele	<p>Ziel dieses Moduls ist es, die Studierenden an die Entwicklung eigener experimenteller und theoretischer Forschungsideen heranzuführen, diese zu planen, umzusetzen und zu präsentieren. Nach erfolgreicher Absolvierung können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - sich selbstständig in ein Thema einarbeiten - eine sinnvolle Zeiteinteilung für das Projekt erarbeiten - problemorientiert im Team arbeiten - ihr Projekt dokumentieren und mündlich präsentieren
Inhalt	<p>Das Projekt wird von den Studierenden in Zweier- bis Vierer-Gruppen bearbeitet. Nach Sichtung der Experimentiermöglichkeiten im Open Physics Lab wählen die Studierenden selbstständig ein Thema aus der Physik und stellen in einer schriftlichen Ausarbeitung (Exposé, maximal eine A4-Seite) eine Methodik vor, mit der sie eine Hypothese, die sie aus dem Thema entwickeln, überprüfen wollen. Die Exposés werden von einer Kommission, bestehend aus den Praktikumsleitenden und zwei weiteren Hochschullehrenden oder wissenschaftlich Mitarbeitenden, auf die prinzipielle Durchführbarkeit geprüft und ggf. zur Überarbeitung an die Praktikumsgruppen zurück verwiesen. Die Projekte werden von Praktikumsbetreuenden begleitet.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	keine
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Projektarbeit (Bearbeitungszeit 3 Wo., Präsentation 30 Min.), mit Wichtung: 1
<i>Prüfungsvorleistung: Schriftliche Ausarbeitung (Projektplan, 1 A4-Seite)</i>

	Praktikum "Open Physics Laboratory" (4SWS)
--	--

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Handlungskompetenz für nachhaltige Entwicklung - Grundlagenmodul
Modultitel (englisch)	Action Competence for Sustainable Development - Fundamental Module
Empfohlen für:	1./3./5. 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.</p> <p>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 (12-PHY-BMWBNE2).

Teilnahmevoraussetzungen

Nicht für Studierende, die bereits am Modul 12-SQM-64 teilgenommen haben.

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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel **Introduction to Biophysical Methods****Modultitel (englisch)** Introduction to Biophysical Methods**Empfohlen für:** 5./6. 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 und 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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWESB	Wahlpflicht

Modultitel **Introduction to Systems Biophysics****Modultitel (englisch)** Introduction to Systems Biophysics**Empfohlen für:** 5./6. Semester**Verantwortlich** Leitung der Abteilung Systembiophysik mikrobieller Dynamik**Dauer** 1 Semester**Modulturnus** mindestens einmal alle 2 Jahre

Lehrformen • Vorlesung "Introduction to Systems Biophysics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

 • Seminar "Introduction to Systems Biophysics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

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

Ziele Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden vertraut mit wesentlichen Modellsystemen und experimentellen Methoden der mikrobiellen Systembiophysik und können dieses Wissen auf andere Systeme übertragen. Sie sind in der Lage, physikalische Modelle von biologischen Interaktionen zu verstehen, einzuordnen und anzuwenden sowie einfache Modelle selbst zu entwerfen.

Mit dem erworbenen Fachwissen werden die Studierenden befähigt, Fachliteratur aus dem Bereich der Systembiophysik zu verstehen, zu diskutieren, und zu bewerten. Sie sind geübt in der Beschaffung, Auswahl, und Einordnung von Literatur zu einem Thema des Fachgebiets und der Präsentation desselben in einem Vortrag.

Inhalt Die Funktionen biologischer Systeme auf Skalen von Molekülen bis zu Ökosystemen erwachsen typischerweise aus Interaktionen zwischen Komponenten. Die Systembiophysik nutzt physikalische Ansätze, um die Mechanismen hinter der Entstehung solcher emergenter Funktionen zu verstehen. Dabei nutzt sie einerseits Methoden aus der Physik, um biologische Prozesse quantitativ zu beschreiben, und andererseits physikalische Gesetzmäßigkeiten, um zugrunde liegende Mechanismen einzugrenzen und Zielkonflikte zu analysieren.

Die Vorlesung bietet eine Einführung in die Systembiophysik anhand mikrobieller Modellsysteme. Die Studierenden werden mit klassischen Modellsystemen, Fragestellungen und experimentellen Methoden aus dem Fachgebiet vertraut gemacht.

Bearbeitet werden unter anderem

- biologische Musterbildung, z.B. in Reaktions-Diffusions-Systemen,
- die Grundlagen von Verhalten am Beispiel bakterieller Motilität und Chemotaxis,
- öko-evolutionäre Populationsdynamik, z.B. Spieltheorie, Räuber-Beute-Modelle.

Im Seminar halten die Studierenden selbständig recherchierte und vorbereitete Präsentationen zu ausgewählten experimentellen Methoden des Fachgebietes.

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 20 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (20 Min.)</i>	
	Vorlesung "Introduction to Systems Biophysics" (2SWS)
	Seminar "Introduction to Systems Biophysics" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor 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:	5. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Angewandte Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. IPSP • B.Sc. Physik
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWED1	Wahlpflicht

Modultitel	Introduction to Medical Physics 1
Modultitel (englisch)	Introduction to Medical Physics 1
Empfohlen für:	5./6. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Biotechnologie und Biomedizin
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Semester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Introduction to Medical Physics 1" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Seminar "Introduction to Medical Physics 1" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik B.Sc. IPSP (Honours) M.Sc. IPSP
Ziele	Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage physikalische Modelle von biologischen und medizinischen Phänomenen zu verstehen und einzuordnen. Die Studierenden erwerben Kenntnisse auf dem Gebiet der physikalischen Grundlagen des Lebens, die Funktionsweise des Körpers und deren medizinischen Relevanz. Sie werden befähigt physikalische Prozesse des Körpers zu verstehen, zu diskutieren und zu bewerten. Sie können die erworbenen Kenntnisse zur Funktion und Biomechanik des Körpers, sowie Methoden zur Erforschung des Körpers und die Nutzung von Biomaterialien auf medizinische Fragestellungen in der aktuellen Forschungsliteratur anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen.
Inhalt	Biomechanik des Körpers: Elastizitätstheorie, Knochen: Aufbau und Funktionsweise, Funktion von Muskeln und Gelenken, Blutkreislauf: Funktionsweise und Hydrodynamik des Blutes, Die Physik des Hörens: Einführung in die Akustik, Wellengleichung für den Schall, Akustik des Ohres: Aufbau und Funktionsweise, Impedanzanpassung des Ohres, Die Physik des Auges: Aufbau des Auges, Funktion der Fovea, Methoden zur Erforschung von Geweben und Wirkstoffen außerhalb des Körpers, Nutzung von Biomaterialien in der Medizin
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 20 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (20 Min.)</i>	
	Vorlesung "Introduction to Medical Physics 1" (2SWS)
	Seminar "Introduction to Medical Physics 1" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWMME	Wahlpflicht

Modultitel	Mathematical Methods of Modern Physics
Modultitel (englisch)	Mathematical Methods of Modern Physics
Empfohlen für:	5./6. Semester
Verantwortlich	Leitung der Abteilung Statistische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Mathematical Methods of Modern Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Mathematical Methods of Modern Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. International Physics Studies Program (Honours) B.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden beherrschen die Rechenmethoden der modernen Physik. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse an konkreten Problemen anzuwenden. Sie sind befähigt, Fachliteratur zu folgen und ihre Kenntnisse selbstständig zu erweitern.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der komplexen Analysis: Cauchy-Riemann Gleichungen, Riemannsche Blätter, Cauchyscher Integralsatz, Laurentreihen, Anwendungen des Residuensatzes, Dispersionsrelationen - Anwendungen von Distributionen und Fouriertransformationen - Eigenwerte und Eigenfunktionen
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - E.B. Saff and A.D. Snider, "Fundamentals of Complex Analysis with Applications to Engineering, Science, And Mathematics", 3rd edition, Pearson, 2013 - G.B. Arfken and J.J. Weber, "Mathematical Methods for Physicists", Elsevier, 2005 - W. Rudin, "Real and Complex Analysis", McGraw-Hill, 1987 - M. Reed, B. Simon, "Methods of Modern Mathematical Physics", Vols. 1 & 2, Academic Press, 1980
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**

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

	Vorlesung "Mathematical Methods of Modern Physics" (2SWS)
	Übung "Mathematical Methods of Modern Physics" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Introduction to Polymer Physics
Modultitel (englisch)	Introduction to Polymer Physics
Empfohlen für:	4./5./6. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Molekulare Nanophotonik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens jedes zweite Semester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - B.Sc. IPSP
Ziele	<p>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.</p> <p>Sie können eine Methode der Polymerphysik in einem Vortrag präsentieren und die dafür notwendige Literatur beschaffen, auswählen und einordnen.</p>
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <p>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:</p> <p>Aufbau von Polymeren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Struktur und Dynamik von Polymeren - Glasübergang, teilkristalline Systeme, Mesophasenseparation <p>Strukturaufklärende Methoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Infrarotspektroskopie - Rasterkraftmikroskopie - Röntgen- und Neutronenstreuung <p>Methoden zur Bestimmung der Dynamik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dielektrische Spektroskopie - Scherrheologie (mechanische Spektroskopie) - Photonenkorrelationsspektroskopie <p>Seminar: Analysen von Publikationen und Präsentationen zu ausgewählten Methoden.</p>

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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWNUM	Wahlpflicht

Modultitel	Numerical Approaches to Theoretical Physics
Modultitel (englisch)	Numerical Approaches to Theoretical Physics
Empfohlen für:	5./6. Semester
Verantwortlich	Leitung der Abteilung Statistische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Numerical Approaches to Theoretical Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Numerical Approaches to Theoretical Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. International Physics Studies Program (Honours) B.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden lernen numerische Methoden zur Bearbeitung von Problemen aus der theoretischen Physik kennen. Eine Implementierung in den Programmiersprachen Julia und Python versetzt sie in die Lage, Lösungen für konkrete Modellprobleme zu finden. Sie sind befähigt, Programmcode zu analysieren und ihre Kenntnisse selbstständig zu erweitern.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Programmiersprache Julia - Simulation von niedrig-dimensionalen Quantensystemen (exakte Diagonalisierung, Verschränkungsentropie) - Pseudo-Zufallszahlengeneratoren - Zufallsmatrixtheorie, ungeordnete und chaotische Systeme - Optimierungsalgorithmen - Neuronale Netzwerke und Implementierung in Pytorch
Teilnahmevoraussetzungen	Abschluss des Moduls 12-PHY-BCPM oder äquivalente Vorkenntnisse empfohlen
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: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1***Prüfungsvorleistung: Übungsaufgaben*

	Vorlesung "Numerical Approaches to Theoretical Physics" (2SWS)
	Übung "Numerical Approaches to Theoretical Physics" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Surface Physics, Nanostructures and Thin Films
Modultitel (englisch)	Surface Physics, Nanostructures and Thin Films
Empfohlen für:	4./5./6. 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	<p>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 selbstständig 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.</p>
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, Energie und Informationsverarbeitung</p>

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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWQC1	Wahlpflicht

Modultitel	Quantum Communication
Modultitel (englisch)	Quantum Communication
Empfohlen für:	5./6. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Arbeitsgruppe Festkörperbasierte Quanteninformation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jährlich
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Quantum Communication" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h • Seminar "Quantum Communication" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik B.Sc. IPSP (Honours) M.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - kennen die Vorteile, die Quantenkommunikation gegenüber klassischer Kommunikation bieten kann. - sind in der Lage, quantenmechanische Prozesse bei der Quantenkommunikation physikalisch und mathematisch zu beschreiben. - verstehen die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Hardware-Plattformen und experimenteller Techniken zur Realisierung und Optimierung von Quantenkommunikationsprozessen. - haben sich mit aktueller Literatur zur Quantenkommunikation beschäftigt und dadurch einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik sowie noch offene Fragen erhalten.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in für die Quantenkommunikation relevante Themen der Quantenmechanik und der Optik - Beschreibung, Erzeugung und Nutzung von Quantenverschränkung in der Quantenkommunikation - Diskussion grundlegender Quantenkommunikationsprotokolle - Probleme bei der Quantenkommunikation über weite Distanzen und Ansätze für Quantenrepeater - vielversprechende Hardware-Plattformen zur Realisierung von Quantenkommunikation (Photonen, Festkörperspins, Quantenpunkte, Gefangene Atome)
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Quantum Informationsverarbeitung: "Quantum Computation and Quantum Information", Nielsen, M. und Chuang, I. - "Quantum Communication Networks", Bassoli, R. et. al. - "The Quantum Internet", Peter Rohde

- "Quantum repeaters: From quantum networks to the quantum internet", Azuma, K. et al. arxiv.org (2022)
- "Quantum networks based on color centers in diamond" Ruf, M. et al. Journal of Applied Physics 130, 070901 (2021)

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**

Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist (1) der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters und (2) einmalige Präsentation einer Aufgabenlösung in der Übung.

	Vorlesung "Quantum Communication" (2SWS)
	Seminar "Quantum Communication" (1SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Quantum Matter
Modultitel (englisch)	Quantum Matter
Empfohlen für:	5. 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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWQS1	Wahlpflicht

Modultitel	Quantum Sensing
Modultitel (englisch)	Quantum Sensing
Empfohlen für:	5./6. Semester
Verantwortlich	Leiter der Arbeitsgruppe Festkörperbasierte Quanteninformation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jährlich
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Quantum Sensing" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h • Übung "Quantum Sensing" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik B.Sc. IPSP (Honours) M.Sc. IPSP
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> - Studierende verfügen über grundlegende Kenntnisse der quantenmechanischen Prinzipien und können anhand dessen Quantensensoren definieren. - Studierende sind in der Lage, zu ermitteln wie Umgebungsparameter, z.B. Magnetfelder, die Zustände der Quantensensoren verändern und wie sich die Auslese dieser Parameter anhand von Messprotokollen realisieren lässt. - Studierende können die bekannten Realisierungen von Quantensensoren mit der jeweiligen Funktionsweise darlegen und diese anhand von Eigenschaften wie Kohärenz und Sensitivität miteinander vergleichen. - Studierende sind in der Lage zu analysieren, wie sich die Sensitivität der Quantensensoren durch Anwendung quantenmechanischer Prinzipien, z.B. Verschränkung und Squeezing, erhöhen und auf verschiedene Plattformen anwenden lässt. - Studierende können konkrete Anwendungen von Quantensensoren benennen und den Stand der Technik beschreiben.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Quantenmechanik - Definition und Grundprinzipien der Quantensorik (u.a. Kohärenz, Messprotokolle, Rauschen, Sensitivität) - Beispiele von Quanten-Sensoren und ihre Funktionsweise (u.a. Atom Interferometrie, Atomare Dampfzellen, Supraleitende Strukturen, NV Zentren im Diamanten) - Anwendungen von Quanten-Sensoren (u.a. Gravitäts-Gradiometer, Messung von Magnetfeldern im Gehirn MEG, Detektion von Bio-Magnetismus und Temperatur in Zellen mit Nanometer Auflösung, Einzel Molekül Magnet Resonanz) - Fortgeschrittene Messprinzipien von Quanten-Sensoren (Ausnutzung von Verschränkung, Squeezing, Quanten-Speichern und Quantenfehlerkorrektur)
Teilnahmevoraussetzungen	keine

Literaturangabe - C. Degen et. al, Quantum Sensing, Rev. Mod. Phys. 89, 035002, 2017
- D. Budker and D. F. J. Kimball, Optical Magnetometry (Cambridge University Press, Cambridge, UK) 2013

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: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist (1) der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters und (2) einmalige Präsentation einer Aufgabenlösung in der Übung.</i>	
	Vorlesung "Quantum Sensing" (2SWS)
	Übung "Quantum Sensing" (1SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Quantum Technology 1
Modultitel (englisch)	Quantum Technology 1
Empfohlen für:	5. 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
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:</p> <p>Beschleunigertechnik, Interaktion von Ionen mit Materie, Ionenimplantation, Verfahren der Ionenstrahlanalyse</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<p>Schatz/Weidinger "Nukleare Festkörperphysik" Teubner</p> <p>Demtröder "Experimentalphysik 4" Springer</p> <p>Weitere Literatur wird im Rahmen der Lehrveranstaltungen bekanntgegeben.</p>
Vergabe von Leistungspunkten	<p>Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.</p> <p>Näheres regelt die Prüfungsordnung</p>

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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWSUM	Wahlpflicht

Modultitel	Fundamentals of Magnetism
Modultitel (englisch)	Fundamentals of Magnetism
Empfohlen für:	5./6. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung "Supraleitung und Magnetismus"
Dauer	1 Semester
Modulturnus	mindestens einmal alle 2 Jahre
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Fundamentals of Magnetism" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Magnetism" (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. International Physics Studies Program (Honours) - 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; - werden mit den wichtigsten Phänomenen des Magnetismus vertraut; - lernen aktuelle Forschungsthemen und typische Anwendungen der magnetischen Phänomene kennen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Magnetisierung und Suszeptibilität. Erzeugung magnetischer Felder - Magnetismus von Atomen und Ionen. Curie und van Vleck Paramagnetismus. Kristallfeld. - Magnetische Wechselwirkungen - Magnetische Modelle nach Heisenberg und Ising. Quanteneffekte und Quantenzustände in Magnetismus. - Magnetische Ordnung. Ferromagneten: Eigenschaften und Anwendungen. Antiferromagneten. - Magnetische Anregungen. Magnonics. - Magnetische Kristallographie, Neutronenstreuung - Exotische magnetische Zustände: Spin-Eis und magnetische Monopole; Spinflüssigkeit; Skyrmionen.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - S. Blundell: "Magnetism in Condensed Matter" - J. Stöhr, H.C. Siegmann: "Magnetism: From fundamentals to nanoscale dynamics"
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**

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

	Vorlesung "Fundamentals of Magnetism" (2SWS)
	Übung "Magnetism" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Extragalactic Astronomy and Cosmology
Modultitel (englisch)	Extragalactic Astronomy and Cosmology
Empfohlen für:	4./5./6. 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 "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	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - B.Sc. IPSP
Ziele	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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***Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.)*

	Vorlesung "Extragalactic Astronomy and Cosmology" (2SWS)
	Seminar "Extragalactic Astronomy and Cosmology" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Extragalactic Astronomy Laboratory
Modultitel (englisch)	Extragalactic Astronomy Laboratory
Empfohlen für:	4./5./6. 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"> • Praktikum "Extragalactic Astronomy Laboratory" (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. Physik - B.Sc. IPSP
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BTP3	Pflicht

Modultitel Theoretische Physik 3 - Statistische Physik**Modultitel (englisch)** Theoretical Physics 3 - Statistical Physics**Empfohlen für:** 5. Semester**Verantwortlich** Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik**Dauer** 1 Semester**Modulturnus** jedes Wintersemester

Lehrformen • Vorlesung "Theoretische Physik 3 - Statistische Physik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h

 • Übung "Theoretische Physik 3 - Statistische Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h

Arbeitsaufwand 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit - B.Sc. Physik

 - M.Sc. Meteorology

Ziele Die Studierenden

 - kennen die grundlegenden Begriffe der statistischen Physik von klassischen und Quantensystemen im thermodynamischen Gleichgewicht;

 - können damit einfache relevante Sachverhalte bearbeiten.

Inhalt - Begriffe und Hauptsätze der Thermodynamik, thermodynamische Potentiale, Gleichgewichtsbedingungen, ideale und reale Gase, Phasenübergänge

 - Grundgedanken der kinetischen Gastheorie, statistische Mechanik des Gleichgewichts, klassische und Quantensysteme, Näherungsmethoden

 - Einführung in die Quantenstatistik

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe - F. Schwabl, "Statistische Mechanik", Springer, 2006

 - M. Kardar, "Statistical Mechanics of Particles", Cambridge University Press, 2007

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: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Theoretische Physik 3 - Statistische Physik" (4SWS)
	Übung "Theoretische Physik 3 - Statistische Physik" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Introduction to Computer Simulation I
Modultitel (englisch)	Introduction to Computer Simulation I
Empfohlen für:	5. 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**

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 "Computer Simulation I" (2SWS)
	Übung "Computer Simulation I" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Semiconductor Physics I
Modultitel (englisch)	Semiconductor Physics I
Empfohlen für:	5. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Halbleiterphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - B.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; - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Laboratory Work in Semiconductors I
Modultitel (englisch)	Laboratory Work in Semiconductors I
Empfohlen für:	5. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Halbleiterphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikum "Laboratory Work in Semiconductors I" (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. Physik - B.Sc. IPSP
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>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.</p> <p>Die Studierenden führen pro Semester 8 vorgegebene Versuche nach vorgegebenem Zeitplan durch.</p> <p>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).</p> <p>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.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine; Der Besuch der Vorlesung des Moduls Halbleiterphysik I ist empfehlenswert.
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - 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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Introduction to Photonics I
Modultitel (englisch)	Introduction to Photonics I
Empfohlen für:	5. 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
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 Photonenoptik eingeführt und Probleme der Photonenstatistik, 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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Spin Resonance I
Modultitel (englisch)	Spin Resonance I
Empfohlen für:	5. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Magnetische Resonanz komplexer Quantenfestkörper
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - B.Sc. IPSP
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - eignen sich grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Spinresonanz an, - lernen die Grundlagen der Quantentheorie der Spinresonanz - lernen Grundlagen des experimentellen Nachweises
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Dirac-Formulierung der Quantentheorie der Spinresonanz - Dichteoperator-Formalismus für Spinresonanz - Grundlagen Hochfrequenz-Messtechnik - Elektronischer Nachweis und digitale Aufzeichnung rauschnaher Hochfrequenz-Signale
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - 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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Quantum Physics of Nanostructures
Modultitel (englisch)	Quantum Physics of Nanostructures
Empfohlen für:	5. Semester
Verantwortlich	Direktor:in des Instituts für Theoretische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. Physik • B.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden lernen die wesentlichen Konzepte und die theoretische Beschreibung von Quanteneffekten auf der Nanoskala kennen.
Inhalt	<p>Wesentliche Inhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>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</p>
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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Stellar Physics
Modultitel (englisch)	Stellar Physics
Empfohlen für:	5. 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
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	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (30 Min.)</i>	
	Vorlesung "Stellar Physics" (2SWS)
	Seminar "Stellar Physics" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Microstructural Characterization
Modultitel (englisch)	Microstructural Characterization
Empfohlen für:	4./6. 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	-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 Willams 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	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat (25 Min.)</i>	
	Vorlesung "Microstructural Characterization with Electrons" (2SWS)
	Seminar "Advanced Techniques of Electron Microscopy" (1SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWMMP1	Wahlpflicht

Modultitel	Introduction to General Relativity
Modultitel (englisch)	Introduction to General Relativity
Empfohlen für:	6. Semester
Verantwortlich	Leitung der Abteilung Mathematische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Introduction to General Relativity" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Introduction to General Relativity" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. International Physics Studies Program B.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden kennen wichtige physikalische Effekte der Allgemeinen Relativitätstheorie. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse an konkreten Problemen anzuwenden. Sie sind befähigt, Fachliteratur zu folgen und ihre Kenntnisse selbstständig zu erweitern.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Spezielle Relativitätstheorie - Äquivalenzprinzip - Schwarzschild Schwarzes Loch - Beugung von Lichtstrahlen in Gravitationsfeldern; Rotverschiebung - Bewegung von Testmassen in Gravitationsfeldern - Energie- und Impulserhaltung in einem externen Gravitationsfeld - Newton'scher Grenzfall - Energie-Impulstensor und Energiebedingungen - Beobachtbare Effekte, beispielsweise: Relativitätstheorie im GPSSystem, Spin-Präzession, Perihelionpräzession des Merkur. - Fortgeschrittene Themen
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - N. Straumann: "General Relativity", Springer Graduate Texts in Physics 2nd Edition, 2013 - J. B. Hartle: "An Introduction to Einstein's General Relativity" Pearson Education 1st Edition, 2001 - S. M. Carroll: "Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity" Cambridge University Press, 1st Edition, 2019 - R. D'Inverno, J. Vickers: "Introducing Einstein's Relativity: A Deeper Understanding" Oxford University Press 2nd Edition, 2022 - N. Ashby: "Relativity in the Global Positioning System" Living Reviews in Relativity, Volume 6, Article Number 1, Springer Verlag, 2003

- B. Schutz: "A First Course in General Relativity" Cambridge University Press, 2022

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**

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

	Vorlesung "Introduction to General Relativity" (2SWS)
	Übung "Introduction to General Relativity" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BMWQIT	Wahlpflicht

Modultitel	Quantum Information Theory
Modultitel (englisch)	Quantum Information Theory
Empfohlen für:	6. Semester
Verantwortlich	Leitung der Abteilung Quantenfeldtheorie und Gravitation
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Quantum Information Theory" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Übung "Quantum Information Theory" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	B.Sc. International Physics Studies Program (Honours) B.Sc. Physik M.Sc. IPSP
Ziele	Die Studierenden kennen die konzeptionellen Grundlagen der Quanteninformationstheorie und ihre wesentlichen Methoden. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse an konkreten Problemen anzuwenden. Sie sind befähigt, Fachliteratur zu folgen und ihre Kenntnisse selbstständig zu erweitern.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Theoreme von Bell und Tsirelson - No-Cloning und No-Signalling Theorem - Verschränkung und Verschränkungsmaße - Quantenkanäle und ihre Kapazität - Quantenkryptografische Protokolle - Quantenschaltungen und Quantenalgorithmen - Dekohärenz - Quantenfehlerkorrektur - Topologisches Quantencomputing - Physikalische Realisierung von qbits und Quantencomputern
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - M.A. Nielsen and I.L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press, 2010; - M. Wilde: Quantum Information Theory, Cambridge University Press, 2017; - J. Audretsch: Entangled Systems: New Directions in Quantum Physics, John Wiley & Sons, 2008; - N.D. Mermin, Quantum Computer Science, Cambridge University Press, 2007; - J. Pachos, Introduction to Topological Quantum Computation, Cambridge University Press 2012
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**

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

	Vorlesung "Quantum Information Theory" (2SWS)
	Übung "Quantum Information Theory" (2SWS)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Quantum Technology - Lab Course
Modultitel (englisch)	Quantum Technology - Lab Course
Empfohlen für:	4./6. Semester
Verantwortlich	Leiter:in der Abteilung Angewandte Quantensysteme
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikum "Quantum Technology - Lab Course" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 150 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • B.Sc. International Physics Studies Program • B.Sc. Physik
Ziele	<p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Kurs in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>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.</p> <p>Themenkomplexe:</p> <p>Beschleunigertechnik, Interaktion von Ionen mit Materie, Ionenimplantation, Verfahren der Ionenstrahlanalyse und Modifikation, Verfahren zur Erzeugung und Charakterisierung von einzelnen Defektzentren, Konfokalmikroskopie</p>
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme am Modul 12-PHY-BMWQT1
Literaturangabe	<p>Schatz/Weidinger "Nukleare Festkörperphysik" Teubner</p> <p>Demtröder "Experimentalphysik 4" Springer</p> <p>Vorbereitungsmaterialien des Lehrstuhls NFP</p>
Vergabe von Leistungspunkten	<p>Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.</p> <p>Näheres regelt die Prüfungsordnung</p>

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)
--	--

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

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

Modultitel	Stellar Physics Laboratory
Modultitel (englisch)	Stellar Physics Laboratory
Empfohlen für:	4./5./6. 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
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)

Bachelor of Science Physik (ab WS 2019/20)

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Bachelor of Science	12-PHY-BTP4	Pflicht

Modultitel	Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik & klassische Feldtheorie
Modultitel (englisch)	Theoretical Physics 4 - Electrodynamics and Classical Field Theory
Empfohlen für:	6. Semester
Verantwortlich	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik & klassische Feldtheorie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik & klassische Feldtheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Physik - M.Sc. Meteorology
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die Konzepte der klassischen Elektrodynamik und können sie auf relevante Sachverhalte anwenden; - erkennen die Stellung der Elektrodynamik im Gesamtgebäude der Physik; - kennen feldtheoretische Konzepte und Methoden anderer Bereiche der Physik.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Spezielle Relativitätstheorie, Maxwellsche Gleichungen, Erhaltungssätze - Elektrostatik und Magnetostatik im Vakuum und in Medien, Induktionsgesetz und quasistationäre Ströme - elektromagnetische Wellen im Vakuum und in Medien, Feld bewegter Ladungen, Strahlung - Grundzüge klassischer Feldtheorien (auch aus anderen Bereichen der Physik)
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	- J.D. Jackson "Classical Electrodynamics", Wiley
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: Übungsaufgaben</i>	
	Vorlesung "Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik & klassische Feldtheorie" (4SWS)
	Übung "Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik & klassische Feldtheorie" (2SWS)