



universität
uulm

Modulhandbuch

Bachelor of Science Physik

Prüfungsordnungsversion 2024

Inhaltsverzeichnis

Ergänzungsbereich

Additive Schlüsselqualifikation I	1
Additive Schlüsselqualifikation II	3

Pflichtbereich

Experimentelle Physik

Atom- und Molekülphysik	4
Elektrizität und Magnetismus	6
Festkörperphysik	8
Mechanik	10
Optik	12
Wärmelehre	14

Abschlussarbeit

Bachelorarbeit	16
----------------	----

Theoretische Physik

Elektrodynamik	18
Quantenmechanik	20
Theoretische Mechanik	22
Thermodynamik und Statistik	24

Mathematik

Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen	26
Höhere Mathematik III - Funktionentheorie	29
Höhere Mathematik I	32
Höhere Mathematik II	35

Praktika und Seminar

Fortgeschrittenenpraktikum Physik I	38
Grundpraktikum Physik I	40
Grundpraktikum Physik II	42
Projektpraktikum	44
Seminar Physik - Bachelor	46

Wahlpflichtbereich

Fachspezifische Spezialisierung

Bioethik	48
Berufspraktikum Physik/Wirtschaftsphysik	50
Einführung in die Informatik I - Grundlagen	52
Einführung in die Informatik II - Vertiefung	54

Physik

Angewandte Stochastik	56
Fortgeschrittene Methoden der Quantenmechanik	59
Kern-, Teilchen- und Astrophysik	61
Soft Matter Physics and Biophysics	63

Additive Schlüsselqualifikation I

Modul zugeordnet zu Ergänzungsbereich

Code 8212886100

ECTS-Punkte *keine Angaben*

Präsenzzeit *keine Angaben*

Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Dozenten des Humboldt- und Sprachenzentrums der Universität Ulm

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Pflichtmodul, 1. bis 6. Semester

Vorkenntnisse Keine

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- können interkulturelle Kompetenzen und Fremdsprachenkenntnisse sowie Kenntnisse und Fähigkeiten in den Bereichen Teamarbeit, Kommunikation und Präsentation anwenden.
- können die erlernten Schlüsselkompetenzen reflektieren, prüfen und bewerten sowie bedarfsgerecht transferieren und argumentativ umsetzen.

Inhalt Abhängig vom gewählten Kurs

Literatur Abhängig vom gewählten Kurs

Lehr- und Lernformen Veranstaltungen aus dem Angebot des Humboldt- und Sprachenzentrums der Universität Ulm.

Arbeitsaufwand 30 h Seminar (Anwesenheit)
60 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 90 h

Bewertungsmethode *keine Angabe*

Notenbildung *keine Angabe*

Grundlage für Entwicklung und Erweiterung persönlicher und überfachlicher Kompetenzen

Additive Schlüsselqualifikation II

Modul zugeordnet zu Ergänzungsbereich

Code 8212886200

ECTS-Punkte *keine Angaben*

Präsenzzeit *keine Angaben*

Unterrichtssprache *keine Angabe*

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator *keine Angabe*

Dozent(en) *keine Angabe*

Einordnung in die Studiengänge *keine Angabe*

Vorkenntnisse *keine Angabe*

Lernziele *keine Angabe*

Inhalt *keine Angabe*

Literatur *keine Angabe*

Lehr- und Lernformen *keine Angabe*

Arbeitsaufwand *keine Angabe*

Bewertungsmethode *keine Angabe*

Notenbildung *keine Angabe*

Grundlage für *keine Angabe*

Atom- und Molekülphysik

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212876039

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Johannes Hecker Denschlag, Prof. Dr. Othmar Marti, Prof. Dr. Fedor Jelezko

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Pflicht, 4. Semester
Wirtschaftsphysik B.Sc., Pflicht, 4. Semester

Vorkenntnisse Inhalt der Module Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, Höhere Mathematik I und II

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- kennen die grundlegenden Phänomene, Begriffe und Konzepte der Quantenmechanik, Atom- und Molekülphysik und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen.
- erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten der Atom- und Molekülphysik und den entsprechenden mathematischen Formulierungen.
- sind in der Lage, in anschaulicher Weise über physikalische Sachverhalte der Atom- und Molekülphysik zu kommunizieren.
- können einfache physikalische Probleme aus der Atom- und Molekülphysik sowie der Quantenmechanik mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

Atomphysik

- Aufbau der Materie
- Thermische Strahlung und Strahlungsgesetze
- Teilchen und Wellen

- Atommodelle
- Einführung in den quantenmechanischen Formalismus
- Schrödingergleichung und deren Lösungen für einfache Probleme
- Wasserstoffatom und wasserstoff-ähnliche Atome
- Spektren und Energieniveaus
- Spin, Feinstruktur, Hyperfeinstruktur, Zeemaneffekt, Mehrelektronensysteme
- Atome in elektromagnetischen Feldern: Spin und Bahndrehimpuls
- Laser
- Röntgenstrahlung

Molekülphysik

- H₂⁺ Molekül, Molekülorbitale, mehratomige Moleküle
- Born-Oppenheimer Potentiale, Vibration, Rotation, optische Übergänge
- chemische Reaktionen
- Molekülsymmetrien
- Molekülspektroskopie

Literatur	• O. Marti et al.: Vorlesungsskript PHYS2200.0 Atomphysik. Universität Ulm, 2018 • T. Mayer Kuckuk: Atomphysik • W. Demtröder: Molekülphysik
------------------	--

Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit Demonstrationsexperimenten (4 SWS) Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)
-----------------------------	--

Arbeitsaufwand	60 h Vorlesung (Anwesenheit) 30 h Seminar (Anwesenheit) 150 h Selbststudium Summe: 240 h
-----------------------	---

Bewertungsmethode	Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.
--------------------------	--

Notenbildung	Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.
---------------------	--

Grundlage für	Module Quantenmechanik, Festkörperphysik sowie Kern-, Teilchen- und Astrophysik
----------------------	---

Elektrizität und Magnetismus

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212870357

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Johannes Hecker Denschlag, Prof. Dr. Othmar Marti

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 2. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik B.Sc., 2. Semester, Pflicht
Physik Lehramt B.Sc., 2. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Inhalt der Module Mechanik und Höhere Mathematik I

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- haben die Grundkonzepte der Speziellen Relativitätstheorie verstanden.
- kennen die grundlegenden Phänomene, Begriffe und Konzepte der Elektrizität und des Magnetismus und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen.
- erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten dieser Gebiete und den entsprechenden mathematischen Formulierungen.
- sind in der Lage, in allgemein verständlicher Weise über physikalische Sachverhalte dieser Gebiete zu kommunizieren.
- können einfache physikalische Probleme aus der Elektrizität und des Magnetismus mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Spezielle Relativitätstheorie
- Elektrostatik (Ladung, elektrisches Feld, Potenzial, Dielektrika)
- Elektrodynamik (Ströme, elektrische Bauteile, Schaltungen, Schwingkreise)
- Magnetismus (magnetisches Feld, Lorentzkraft, Induktionsgesetz, magnetische Eigenschaften der Materie)

- Maxwell'sche Gleichungen
- Elektromagnetische Wellen und deren Eigenschaften
- Fresnel'sche Formeln

Literatur

- Demtröder. Experimentalphysik 2 (Elektrizität und Optik). Springer Lehrbuch
- Dieter Meschede. Gerthsen Physik. Springer Verlag
- Paul A. Tipler and Gene Mosca. Physik. Spektrum Verlag

Lehr- und Lernformen

Vorlesung mit Demonstrationsexperimenten (4 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS): Lösen von Übungsaufgaben, ggf. Erstellen eines Portfolios

Arbeitsaufwand

60 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
150 h Selbststudium
Summe: 240 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Modul Atomphysik, Modul Theoretische Mechanik

Festkörperphysik

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212876060

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Ulrich Herr, Prof. Carl E. Krill PhD

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Pflichtmodul, 5. Semester
Wirtschaftsphysik M.Sc., Pflichtmodul, 1.-2. Semester
Physik M.Sc. (bei Zulassung mit Bachelorabschluss in Wirtschaftsphysik):
Pflichtmodul, 1.-2. Semester

Elektrotechnik und Informationstechnologie

Vorkenntnisse Inhalt der Module Optik, Thermodynamik, Atomphysik, Quantenmechanik, Höhere Mathematik I, II und III.

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- können kondensierte Materie anhand ihrer Struktur, Symmetrie und Eigenschaften klassifizieren.
- kennen grundlegende Modelle der Festkörperphysik und deren mathematische Darstellung.
- kennen die wichtigsten Kristallstrukturen und experimentellen Methoden zur Untersuchung kondensierter Materie.
- erweitern selbständig ihr Wissen auf dem Gebiet der kondensierten Materie und beschaffen sich hierfür geeignete Literatur.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Einteilung der kondensierten Materie nach Eigenschaftsklassen
- Struktur und Symmetrie von Festkörpern
- Strukturbestimmung in kondensierter Materie, theoretische Grundlagen und experimentelle Realisierung
- Beschreibung statischer Gitter

- Lennard-Jones-Potential (Edelgas-Kristalle)
- Ionengitter, Madelung-Energie
- Gitterdynamik fester Körper
- Metallische Eigenschaften und ihre Deutung, Bandstruktur
- Halbleiter-Effekte

Literatur Kittel: Festkörperphysik

Lehr- und Lernformen Vorlesung (4 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)

Arbeitsaufwand 60 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
150 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 240 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Spezialisierung im Bereich der Festkörperphysik

Mechanik

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212877125

ECTS-Punkte 11

Präsenzzeit 8

Unterrichtssprache Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dauer 1

Turnus unregelmäßig

Modulkoordinator Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dozent(en) Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Einordnung in die Studiengänge Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Vorkenntnisse Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lernziele Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Inhalt Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Literatur Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lehr- und Lernformen Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Arbeitsaufwand Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt zwei unbenotete Vorleistungen voraus. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Optik

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212877127

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Alexander Kubanek

Einordnung in die Studiengänge

Physik B.Sc., 3. Semester, Pflicht

Wirtschaftsphysik B.Sc., 3. Semester, Pflicht

Physik Lehramt B.Sc., 3. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Maxwell'sche Gleichungen und Fresnel'sche Formeln aus dem Modul Elektrizität und Magnetismus. Inhalt der Module Höhere Mathematik I und II

Lernziele

Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- kennen die grundlegenden Phänomene, Begriffe und Konzepte der geometrischen Optik, der Wellenoptik, der Fourieroptik und der Gaußoptik und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen.
- erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten dieser Gebiete und den entsprechenden mathematischen Formulierungen.
- sind in der Lage, in allgemein verständlicher Weise über physikalische Sachverhalte der Optik zu kommunizieren.
- können einfache physikalische Probleme aus der Optik mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen.

Inhalt

In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Geometrische Optik (Ausbreitung in einem homogenen Medium

Optische Abbildungen, Geometrische Konstruktion des Bildes, Dicke Linsen, Optische Instrumente, Linsenfehler, Matrixmethode

Polarisationsvektoren und Polarisationsmatrizen)

- Wellenoptik (Die Postulate der Wellenoptik, Zeitliche und räumliche Kohärenz, Interferenz, Interferometer, Vielstrahlinterferenz, Resonatoren, Doppelspaltexperiment und Erzeugung kohärenter Wellen, Beugung, das Beugungsintegral, Auflösungsvermögen optischer Geräte)
- Einführung in die Fourieroptik
- Einführung in die Gaußoptik

Literatur

Meschede: Gerthsen Physik
Hecht: Optik
Demtröder: Experimentalphysik 2
Lipson: Optical Physics
Bergmann/Schaefer: Band 3, Optik
Saleh, Teich: Grundlagen der Photonik

Lehr- und Lernformen

Vorlesung mit Demonstrationsexperimenten (3 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)

Arbeitsaufwand

45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
105 h Selbststudium
Summe: 180 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Module Atomphysik, Grundpraktikum Physik, Projektpraktikum, Fortgeschrittenenpraktikum Physik

Wärmelehre

Modul zugeordnet zu Experimentelle Physik

Code 8212877126

ECTS-Punkte 4

Präsenzzeit 3

Unterrichtssprache Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dauer 1

Turnus unregelmäßig

Modulkoordinator Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dozent(en) Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Einordnung in die Studiengänge Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Vorkenntnisse Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lernziele Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Inhalt Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Literatur Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lehr- und Lernformen Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Arbeitsaufwand Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Bachelorarbeit

Modul zugeordnet zu Abschlussarbeit

Code 8212880000

ECTS-Punkte 10

Präsenzzeit *keine Angaben*

Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Alle Dozenten der Physik

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 6. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Inhalt der Module Quantenmechanik, Grundlagen der Festkörperphysik, Projektpraktikum, Grundpraktikum Physik, Höhere Mathematik III

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- haben die Fähigkeit erworben, unter Anleitung einen Teilaspekt eines aktuellen Forschungsthemas aus der experimentellen oder theoretischen Physik zu bearbeiten.
- sind in der Lage, selbständig relevante Literatur zu recherchieren und über die Inhalte zu diskutieren.
- können ihre wissenschaftlichen Ergebnisse in einem Bericht darstellen und mündlich präsentieren.

Inhalt Bearbeitung eines aktuellen experimentellen oder theoretischen Forschungsprojekts.

Literatur -

Lehr- und Lernformen Experimentelle oder theoretische Abschlussarbeit in einem Institut des Fachbereichs Physik oder einer ihm angeschlossenen Einrichtung.

Arbeitsaufwand 30 h Vorbereitung der Bachelorarbeit (Literaturstudium)
180 h Durchführung der Bachelorarbeit
60 h Verfassen der Bachelorarbeit
Summe: 300 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus der benoteten Bearbeitung eines vorgegebenen Themas nach den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis einschließlich schriftlicher Ausarbeitung.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für -

Elektrodynamik

Modul zugeordnet zu Theoretische Physik

Code 8212877130

ECTS-Punkte 9

Präsenzzeit 7

Unterrichtssprache Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dauer 1

Turnus unregelmäßig

Modulkoordinator Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dozent(en) Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Einordnung in die Studiengänge Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Vorkenntnisse Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lernziele Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Inhalt Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Literatur Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lehr- und Lernformen Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Arbeitsaufwand Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Quantenmechanik

Modul zugeordnet zu Theoretische Physik

Code 8212877129

ECTS-Punkte 9

Präsenzzeit 7

Unterrichtssprache Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dauer 1

Turnus unregelmäßig

Modulkoordinator Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dozent(en) Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Einordnung in die Studiengänge Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Vorkenntnisse Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lernziele Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Inhalt Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Literatur Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lehr- und Lernformen Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Arbeitsaufwand Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Theoretische Mechanik

Modul zugeordnet zu Theoretische Physik

Code 8212877128

ECTS-Punkte 10

Präsenzzeit 8

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus unregelmäßig

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) <p>Prof. Dr. Joachim Ankerhold, Prof. Dr. Benjamin Stickler, Prof. Dr. Matthias Freyberger, Prof. Dr. Susana Huelga, Prof. Dr. Martin Plenio, Prof. Dr. Wolfgang Schleich, PD Dr. Jürgen Stockburger

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 3. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik B.Sc., 3. Semester, Pflicht
Physik Lehramt B.Sc., 5. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Inhalte der Modul Mechanik und Höhere Mathematik I

Lernziele Students familiarise themselves with the methods and ways of thinking in theoretical physics using the example of classical mechanics. They are able to mathematically formulate, analyse and solve problems in classical theoretical mechanics.

Inhalt

- Grundbegriffe der Punktmechanik
- Dynamik des Massenpunktes
- Rotation von starren Körpern
- Mehrkörper-Systeme
- Lagrange-Formalismus
- Hamilton'sche Mechanik

- Numerische Methoden (Python & Mathematica): numerische Differentiation, numerische Integration, gewöhnliche Differentialgleichungen, Mathematica Grundlagen

Literatur

- Budo: Theoretische Mechanik
- Nolting, Grundkurs Theoretische Physik Bd 1+2
- Goldstein, Klassische Mechanik
- Kuypers, Klassische Mechanik

Lehr- und Lernformen

Vorlesung (4 SWS)
Seminare in kleinen Gruppen (2x2 SWS)

Arbeitsaufwand

60 h Vorlesung
30 h Seminar
30 h Computer-Seminar (Anwesenheit)
210 h Vor- und Nachbereitung
Summe: 330 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt zwei unbenotete Vorleistungen voraus. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Module Quantenmechanik I, Elektrodynamik, Thermodynamik und Statistik

Thermodynamik und Statistik

Modul zugeordnet zu Theoretische Physik

Code 8212870367

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Joachim Ankerhold, apl. Prof. Dr. Matthias Freyberger, Prof. Dr. Susana Huelga, Prof. Dr. Martin Plenio, Prof. Dr. Wolfgang Schleich

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 6. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik B.Sc., 6. Semester, Pflicht

Vorkenntnisse Inhalt der Module Thermodynamik, Theoretische Mechanik, Quantenmechanik und Höhere Mathematik I, II und III.

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- beherrschen die Grundzüge der Quantenstatistik und kennen die Unterschiede zwischen klassischer und Quantenstatistik.
- können mit den zentralen Begriffen der statistischen Physik (Ensemble, Entropie usw.) umgehen.
- verstehen Konzepte der Beschreibung quantenmechanischer Vielteilchensysteme.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- klassische Statistik
- Quantenstatistik
- Zustandsgrößen und thermodynamische Potentiale
- mikrokanonisches, kanonisches und großkanonisches Ensemble
- Bose-Einstein- und Fermi-Dirac-Verteilung
- Grundlagen einfacher wechselwirkender Systeme (Ising-Modell)
- Grundlagen zur Theorie der Phasenübergänge

Literatur	• Reif, Statistische Physik und Theorie der Wärme • Brenig, Statistische Theorie der Wärme, Gleichgewichtsphänomene • Schwabl, Statistische Mechanik • Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Thermodynamik (Band 4), Statistische Physik (Band 6)
------------------	--

Lehr- und Lernformen	Vorlesung (4 SWS) Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)
-----------------------------	---

Arbeitsaufwand	60 h Vorlesung (Anwesenheit) 30 h Seminar (Anwesenheit) 150 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung Summe: 240 h
-----------------------	--

Bewertungsmethode	Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.
--------------------------	--

Notenbildung	Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.
---------------------	--

Grundlage für	-
----------------------	---

Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen

Modul zugeordnet zu Mathematik

Code 8212876031

ECTS-Punkte 5

Präsenzzeit 4

Unterrichtssprache deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekanin oder Studiendekan der Mathematik

Dozent(en) Dozierende der Mathematik

Einordnung in die Studiengänge

Computational Science and Engineering, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Elektrotechnik und Informationstechnologie, B.Sc., FSPO 2022, Pflichtmodul Mathematik
Informationssystemtechnik, B.Sc., FSPO 2017, Pflichtmodul Mathematik
Physik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Wirtschaftsphysik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Quantum Engineering M.Sc., Adaptionsmodul, 1. oder 2. Semester

Vorkenntnisse

- Kenntnis und Anwendung der Differenzial- und Integralrechnung bei Funktionen einer und mehrerer Veränderlicher, insb.
 - Integration (Einfach- und Mehrfachintegrale)
 - Ableitungen, partielle Ableitungen
 - spezielle Funktionen
- Kenntnis und Anwendung der Linearen Algebra, insb. Matrizenrechnung
- Umgang mit mathematischen Beweisen und Beweistechniken

Lernziele

Die Studierenden

- kennen die wesentlichen Begriffe und Aussagen zu den in den Modulinhalten angegebenen Themen.
- können wichtige Differenzialgleichungen 1. Ordnung aufstellen und lösen, insb.
 - lineare Differenzialgleichung
 - Bernoullische Differenzialgleichung
 - Differenzialgleichung mit getrennten Veränderlichen
 - exakte Differenzialgleichung
 - Euler-homogene Differenzialgleichung
 - Clairautsche Differenzialgleichung

- können mit Hilfe des Existenzsatzes von Picard-Lindelöf einen Potenzreihenansatz zur Lösung von Differenzialgleichungen durchführen.
- kennen den Zusammenhang zwischen Systemen von Differenzialgleichungen 1. Ordnung und Differenzialgleichungen höherer Ordnung
- können Systeme von Differenzialgleichungen 1. Ordnung aufstellen und lösen.
- können Differenzialgleichungen höherer Ordnung aufstellen und lösen.
- kennen den Begriff der Distribution und können damit rechnen.
- sind in der Lage, mathematisch-logisch und formal in Wort und Schrift zu argumentieren und ihr Vorgehen zu visualisieren.

Inhalt

- spezielle Differenzialgleichungen 1. Ordnung
- Existenzsätze für Lösungen von Differenzialgleichungen
- Systeme von Differenzialgleichungen 1. Ordnung
- Differenzialgleichungen höherer Ordnung
- Rand- und Eigenwertprobleme (optional)
- Qualitative Theorie (optional)
- Distributionen (optional)

Literatur

- K. Jänich. Mathematik 1,2. Mathematik: geschrieben für Physiker. Springer, 2002.
- H. Kerner and W. von Wahl. Mathematik für Physiker. Springer-Lehrbuch. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- K. Meyberg and P. Vachenauer. Höhere Mathematik 1,2. Höhere Mathematik. Springer Berlin Heidelberg, 2003.
- H. von Mangoldt and K. Knopp. Höhere Mathematik: eine Einführung für Studierende und zum Selbststudium. Höhere Mathematik / v. Mangoldt, Knopp. Hirzel, 1990.
- W. Walter. Gewöhnliche Differentialgleichungen: Eine Einführung. Springer-Lehrbuch. Springer Berlin Heidelberg, 2000.
- D. Werner. Einführung in die höhere Analysis: topologische Räume, Funktionentheorie, gewöhnliche Differentialgleichungen, Mass- und Integrationstheorie, Funktionalanalysis. Springer, 2006.

Lehr- und Lernformen

Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen (Tutorium, optional) (1 SWS),
 Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen (Übung) (1 SWS),
 Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen (Vorlesung) (3 SWS)

Arbeitsaufwand

48 h Vorlesung (Anwesenheit)
 16 h Übungen (Anwesenheit)
 86 h Selbststudium
 Summe: 150 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Höhere Mathematik III - Funktionentheorie

Modul zugeordnet zu Mathematik

Code 8212870266

ECTS-Punkte 5

Präsenzzeit 4

Unterrichtssprache deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekanin oder Studiendekan der Mathematik

Dozent(en) Dozierende der Mathematik

Einordnung in die Studiengänge Computational Science and Engineering, B.Sc., FSPO 2019, Wahlpflichtmodul Computational Science and Engineering
Elektrotechnik und Informationstechnologie, B.Sc., FSPO 2022, Pflichtmodul Mathematik
Informationssystemtechnik, B.Sc., FSPO 2017, Pflichtmodul Mathematik
Physik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik

Vorkenntnisse Kenntnis und Anwendung der Differenzial- und Integralrechnung, insb.

- Einfach- und Mehrfachintegrale
- Potenzreihen
- Rechnen mit komplexen Zahlen
- unendliche Reihen

Umgang mit mathematischen Beweisen und Beweistechniken

Lernziele Die Studierenden

- kennen die wesentlichen Begriffe und Aussagen zu den in den Modulinhalten angegebenen Themen.
- können komplexwertige Folgen und Reihen (insb. Potenzreihen) auf Konvergenz zu untersuchen.
- können Möbiustransformationen mit vorgegebenem Abbildungsverhalten konstruieren.
- können komplexwertige Kurvenintegrale aufstellen und berechnen:
 - mit Hilfe der Definition
 - mit Hilfe fortgeschrittener Hilfsmittel wie des Cauchyschen Integralsatzes und des Residuensatzes.

- können mit Hilfe des Cauchyschen Integralsatzes und des Residuensatzes reellwertige Integrale berechnen.
- können isolierte Singularitäten klassifizieren.
- können Funktionen um isolierte Singularitäten in eine Laurentreihe entwickeln.
- kennen die Produktentwicklung elementarer Funktionen und können diese anwenden.
- kennen verschiedene mathematische Beweistechniken und können diese auswählen und anwenden.
- sind in der Lage, mathematisch-logisch und formal in Wort und Schrift zu argumentieren und ihr Vorgehen zu visualisieren.

Inhalt

- Kurvenintegrale
- komplexe Folgen und Reihen, Möbiustransformationen
- analytische Funktionen
- Cauchy'scher Integralsatz, Cauchy'sche Integralformel
- Laurentreihen
- Residuensatz
- unendliche Produkte

Literatur

- K. Jänich. Mathematik 1,2. Mathematik: geschrieben für Physiker. Springer, 2002.
- H. Kerner and W. von Wahl. Mathematik für Physiker. Springer-Lehrbuch. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- K. Meyberg and P. Vachenauer. Höhere Mathematik 1,2. Höhere Mathematik. Springer Berlin Heidelberg, 2003.
- H. von Mangoldt and K. Knopp. Höhere Mathematik: eine Einführung für Studierende und zum Selbststudium. Höhere Mathematik / v. Mangoldt, Knopp. Hirzel, 1990.
- D. Werner. Einführung in die höhere Analysis: topologische Räume, Funktionentheorie, gewöhnliche Differentialgleichungen, Mass- und Integrationstheorie, Funktionalanalysis. Springer, 2006.

Lehr- und Lernformen

Höhere Mathematik III - Funktionentheorie (Tutorium, optional) (1 SWS),
Höhere Mathematik III - Funktionentheorie (Übung) (1 SWS),
Höhere Mathematik III - Funktionentheorie (Vorlesung) (3 SWS)

Arbeitsaufwand

48 h Vorlesung (Anwesenheit)
16 h Übungen (Anwesenheit)
86 h Selbststudium
Summe: 150 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Höhere Mathematik I

Modul zugeordnet zu Mathematik

Code 8212870374

ECTS-Punkte 10

Präsenzzeit 8

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Studiendekanin oder Studiendekan der Mathematik

Dozent(en) Dozierende der Mathematik

Einordnung in die Studiengänge

Biomedizinische Technik, B.Sc., FSPO 2023, Pflichtmodul Mathematik
Chemieingenieurwesen, B.Sc., FSPO 2020, Pflichtmodul Physik und Mathematik
Computational Science and Engineering, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Elektrotechnik und Informationstechnologie, B.Sc., FSPO 2022, Pflichtmodul Mathematik
Informatik Lehramt, B.Sc., FSPO 2022, Pflichtmodul Informatik mit zweitem Fach Physik
Informationssystemtechnik, B.Sc., FSPO 2017, Pflichtmodul Mathematik
Physik, B.Sc. Lehramt, FSPO 2022, Physik mit zweitem Fach Naturwissenschaft und Technik, Pflichtmodul
Physik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Wirtschaftsphysik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik

Vorkenntnisse Routine im Umgang mit mathematischen Begriffen auf Schulniveau

Lernziele Die Studierenden

- kennen die wesentlichen Begriffe und Aussagen zu den in den Modulinhalten angegebenen Themen.
- stellen lineare Gleichungssysteme auf und lösen sie.
- kennen die wichtigsten elementaren Funktionen und ihre Eigenschaften und können diese grafisch darstellen.
- bestimmen die Ableitung von Funktionen mit Hilfe von Differenziationsregeln.
- kennen wichtige Techniken (insb. Substitutionsregel, partielle Integration und Bestimmung der Stammfunktion rationaler Funktionen) zur Berechnung von Integralen über Funktionen mit einer Veränderlicher und wenden diese an.
- können Berechnungen mit zwei- und dreidimensionalen Vektoren durchführen, auch mit Skalar- und Vektorprodukt.

- kennen die Definition des Grenzbegriffs für Folgen und Funktionen und können entsprechende Grenzwerte berechnen.
- kennen die Potenzreihenentwicklungen wichtiger elementarer Funktionen und können Potenzreihenentwicklungen selbst bestimmen.
- kennen verschiedene mathematische Beweistechniken und können diese auswählen und anwenden.
- sind in der Lage, mathematisch-logisch und formal in Wort und Schrift zu argumentieren und ihr Vorgehen zu visualisieren.

Inhalt

- Vorkurs:
 - Vollständige Induktion, Summen
 - Vektorrechnung, Koordinatensysteme, Kegelschnitte
 - Elementare Funktionen, Taylorreihen
 - Integrationsregeln
 - elementare Differenzialgleichungen
 - Mengen, reelle und komplexe Zahlen
 - Konvergenz von Folgen, unendliche Reihen
 - Determinanten und Matrizen, Gauß'sches Eliminationsverfahren
- Funktionen und Stetigkeit
- Differenzialrechnung: Ableitungen, Mittelwertsätze, Satz von Taylor, Extremwerte, Potenzreihen
- Integralrechnung, Riemann-Integral, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung

Literatur

- K. Jänich. Mathematik 1,2. Mathematik: geschrieben für Physiker. Springer, 2002.
- H. Kerner and W. von Wahl. Mathematik für Physiker. Springer-Lehrbuch. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- K. Meyberg and P. Vachenauer. Höhere Mathematik 1,2. Höhere Mathematik. Springer Berlin Heidelberg, 2003.
- H. von Mangoldt and K. Knopp. Höhere Mathematik: eine Einführung für Studierende und zum Selbststudium. Höhere Mathematik / v. Mangoldt, Knopp. Hirzel, 1990.
- K. Weltner. Mathematik für Physiker und Ingenieure 1,2. Mathematik für Physiker und Ingenieure: Basiswissen für das Grundstudium. Springer-Verlag GmbH, 2012

Lehr- und Lernformen

Höhere Mathematik I (Tutorium, optional) (2 SWS),
 Höhere Mathematik I (Übung) (2 SWS),
 Höhere Mathematik I (Vorlesung) (6 SWS)

Arbeitsaufwand

90 h Vorlesung (Anwesenheit)
 30 h Übungen (Anwesenheit)
 180 h Selbststudium
 Summe: 300 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Höhere Mathematik II
Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen
Höhere Mathematik III - Funktionentheorie

Höhere Mathematik II

Modul zugeordnet zu Mathematik

Code 8212870579

ECTS-Punkte 10

Präsenzzeit 8

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekanin oder Studiendekan der Mathematik

Dozent(en) Dozierende der Mathematik

Einordnung in die Studiengänge

Chemieingenieurwesen, B.Sc., FSPO 2020, Pflichtmodul Physik und Mathematik
Computational Science and Engineering, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Elektrotechnik und Informationstechnologie, B.Sc., FSPO 2022, Pflichtmodul Mathematik
Informationssystemtechnik, B.Sc., FSPO 2017, Pflichtmodul Mathematik
Naturwissenschaften und Technik, B.Sc. Lehramt, FSPO 2022, Pflichtmodule Naturwissenschaft und Technik
Physik, B.Sc. Lehramt, FSPO 2022, Pflichtmodul Physik mit zweitem Fach Informatik
Physik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik
Wirtschaftsphysik, B.Sc., FSPO 2019, Pflichtmodul Mathematik

Vorkenntnisse

- Kenntnis und Anwendung der Differenzial- und Integralrechnung bei Funktionen einer Veränderlicher
- Kenntnis und Anwendung von linearen Gleichungssystemen
- Kenntnis und Anwendung von Vektoren im zwei- und dreidimensionalen Anschauungsraum

Lernziele Die Studierenden

- kennen die wesentlichen Begriffe und Aussagen zu den in den Modulinhalten angegebenen Themen.
- kennen den abstrakten Vektorraumbegriff und können den zwei- und dreidimensionalen Anschauungsraum als Spezialfall einordnen.
- kennen den Zusammenhang zwischen Matrizen und linearen Abbildungen und können die Matrix zu einer linearen Abbildung bestimmen.

- kennen den Begriff des Euklidischen Vektorraums, können mit abstrakten Skalarprodukten rechnen und können das zwei- und dreidimensionale kanonische Skalarprodukt als Spezialfall einordnen.
- kennen das allgemeine Eigenwertproblem und berechnen im endlichdimensionalen Fall Eigenwerte und Eigenvektoren von Matrizen und linearen Abbildungen.
- können mit Determinanten von beliebigen quadratischen Matrizen rechnen.
- können Mehrfachintegrale als iterierte Integrale und mit Hilfe der mehrdimensionalen Substitutionsregel bestimmen.
- stellen mehrdimensionale Optimierungsprobleme mit und ohne Nebenbedingungen auf und lösen sie.
- können Kurvenintegrale von Vektorfeldern mit und ohne Stammfunktion berechnen.
- können Oberflächenintegrale bestimmen.
- können Fourierreihen elementarer Funktionen bestimmen und auf Konvergenz untersuchen.
- kennen und nutzen die Fouriertransformation und ihre Eigenschaften.
- kennen verschiedene mathematische Beweistechniken und können diese auswählen und anwenden.
- sind in der Lage, mathematisch-logisch und formal in Wort und Schrift zu argumentieren und ihr Vorgehen zu visualisieren.

Inhalt

- Funktionen mehrerer Veränderlicher: Differenzierbarkeit, Extremwerte, implizite Funktionen
- Krummlinige Koordinaten
- Mehrfach-Integrale, Kurvenintegrale, iterierte Integrale, Oberflächenintegrale, Integralsätze
- Vektorräume
- Skalarprodukte
- Hauptachsentransformation
- Fourierreihen

Literatur

- K. Jänich. Mathematik 1,2. Mathematik: geschrieben für Physiker. Springer, 2002.
- H. Kerner and W. von Wahl. Mathematik für Physiker. Springer-Lehrbuch. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- K. Meyberg and P. Vachenauer. Höhere Mathematik 1,2. Höhere Mathematik. Springer Berlin Heidelberg, 2003.
- H. von Mangoldt and K. Knopp. Höhere Mathematik: eine Einführung für Studierende und zum Selbststudium. Höhere Mathematik / v. Mangoldt, Knopp. Hirzel, 1990.
- K. Weltner. Mathematik für Physiker und Ingenieure 1,2. Mathematik für Physiker und Ingenieure: Basiswissen für das Grundstudium. Springer-Verlag GmbH, 2012

Lehr- und Lernformen

Höhere Mathematik II (Tutorium) (2 SWS),
Höhere Mathematik II (Übung) (2 SWS),
Höhere Mathematik II (Vorlesung) (6 SWS)

Arbeitsaufwand

90 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Übungen (Anwesenheit)
180 h Selbststudium
Summe: 300 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für Höhere Mathematik III - Differenzialgleichungen
Höhere Mathematik III - Funktionentheorie

Fortgeschrittenenpraktikum Physik I

Modul zugeordnet zu Praktika und Seminar

Code 8212870373

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 8

Unterrichtssprache Deutsch und Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Othmar Marti, Dr. Manuel Gonçalves

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 6. Semester, Pflicht
Wirtschaftsphysik M.Sc., 1. Semester, Pflicht
Informatik, M.Sc., Wahlmodul, 1. bis 3. Semester

Vorkenntnisse Formale Voraussetzungen beim Studiengang Physik B.Sc.: Erfolgreiches Bestehen der Module Grundpraktikum Physik I und II.

Empfohlene Vorkenntnisse: Inhalt der Module Grundpraktikum Physik I und II, Optik, Thermodynamik, Atom- und Molekülphysik, Quantenmechanik

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- verstehen moderne Messmethoden und beherrschen die Bedienung komplexer Messapparaturen.
- sind in der Lage, Messungen und Datenanalyse bei fortgeschrittenen physikalischen Experimenten durchzuführen.
- beherrschen die saubere und vollständige Protokollierung von Messdaten.
- können Aufbau, Ablauf und Auswertung von komplexen Experimenten sowie die Ergebnisse in einem Bericht übersichtlich darstellen.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Moderne mikroskopische Methoden
- Festkörperphysik
- Halbleiterphysik
- Kernphysik
- Streu- und Beugungsmethoden
- Optische Spektroskopie

- Biophysik
- Physik der weichen Materie
- Grundlagen der fortgeschrittenen Messtechnik
- Grundlagen der Astrophysik

Literatur Praktikumsanleitung

Lehr- und Lernformen Laborpraktikum mit 4 zweitägigen Experimenten (8 SWS)

Arbeitsaufwand 64 h Praktikum (Anwesenheit)
176 h Selbststudium
Summe: 240 h

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus der unbenoteten Teilnahme an allen Phasen des Praktikums. Das Bewertungsschema wird zu Praktikumsbeginn bekanntgegeben.

Notenbildung Das Modul ist unbenotet.

Grundlage für Bachelorarbeit in der experimentellen Physik

Grundpraktikum Physik I

Modul zugeordnet zu Praktika und Seminar

Code 8212878031

ECTS-Punkte 8

Präsenzzeit 8

Unterrichtssprache Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dozent(en) Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Einordnung in die Studiengänge Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Vorkenntnisse Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lernziele Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Inhalt Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Literatur Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lehr- und Lernformen Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Arbeitsaufwand Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus der unbenoteten Teilnahme an allen Phasen des Praktikums. Das Bewertungsschema wird zu Praktikumsbeginn bekanntgegeben.

Notenbildung Das Modul ist unbenotet.

Grundlage für

Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Grundpraktikum Physik II

Modul zugeordnet zu Praktika und Seminar

Code 8212878032

ECTS-Punkte 7

Präsenzzeit 8

Unterrichtssprache Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dozent(en) Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Einordnung in die Studiengänge Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Vorkenntnisse Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lernziele Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Inhalt Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Literatur Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lehr- und Lernformen Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Arbeitsaufwand Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus der unbenoteten Teilnahme an allen Phasen des Praktikums. Das Bewertungsschema wird zu Praktikumsbeginn bekanntgegeben.

Notenbildung Das Modul ist unbenotet.

Grundlage für

Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Projektpraktikum

Modul zugeordnet zu Praktika und Seminar

Code 8212870372

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 6

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Othmar Marti

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., 5. Semester, Pflicht
LA Physik, 6. Semester, Wahlmodul

Vorkenntnisse Inhalt der Module Grundpraktikum Physik, Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, Atomphysik, Optik, Thermodynamik, Theoretische Mechanik, Quantenmechanik

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- können eine einfache physikalische Aufgabe aus der experimentellen oder theoretischen Physik lösen.
- können sich selbständig in ein Thema einarbeiten und eine realistische Zeiteinteilung für ein eigenes Projekt entwerfen.
- haben problemorientiertes Arbeiten erlernt.
- haben Schlüsselqualifikationen wie Selbständigkeit und Teamarbeit trainiert.
- können ihr Projekt schriftlich und mündlich präsentieren.

Inhalt Die Studierenden führen eigenständig vorgegebene oder selbst gewählte Experimente aus den Gebieten der Mechanik, Optik, Elektrizitätslehre, Thermodynamik, Atomphysik oder der Physik der kondensierten Materie durch.

Alternativ können sie vorgegebene oder selbst gewählte Problemstellungen aus der theoretischen Physik bearbeiten.

Literatur Demtröder: *Experimentalphysik Bd. 1 und 2*

Lehr- und Lernformen	Laborpraktikum (6 SWS). Bearbeitung eines frei wählbaren Projektes in Zweiergruppen. Schriftliche und mündliche Präsentation der Ergebnisse.
-----------------------------	--

Arbeitsaufwand	90 h Praktikum (Anwesenheit) 90 h Selbststudium, Berichterstellung und Vortragsvorbereitung Summe: 180 h
-----------------------	--

Bewertungsmethode	Die Modulprüfung besteht aus der benoteten Teilnahme an allen Phasen des Projekts. Das Bewertungsschema wird zu Projektbeginn bekanntgegeben.
--------------------------	---

Notenbildung	Die Modulnote ist gleich dem nach Leistungspunkten gewichteten Mittelwert der Einzelnoten.
---------------------	--

Grundlage für	Experimentelle Bachelorarbeit
----------------------	-------------------------------

Seminar Physik - Bachelor

Modul zugeordnet zu Praktika und Seminar

Code 8212875651

ECTS-Punkte 3

Präsenzzeit 2

Unterrichtssprache Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dauer 1

Turnus jedes Wintersemester

Modulkoordinator Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Dozent(en) Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Einordnung in die Studiengänge Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Vorkenntnisse Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lernziele Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Inhalt Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Literatur Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Lehr- und Lernformen Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Arbeitsaufwand Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Bewertungsmethode Die Modulprüfung besteht aus der Bearbeitung eines vorgegebenen Themas und und der benoteten mündlichen Präsentation der Ergebnisse und der Beteiligung an der Diskussion.

Notenbildung Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Inhalte werden vom Studiengang eingetragen.

Bioethik

Modul zugeordnet zu Fachspezifische Spezialisierung

Code 8212876545

ECTS-Punkte 3

Präsenzzeit 2

Unterrichtssprache Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Dr. Stephanie Wittig-Blaich

Dozent(en) Bioethik/Biophilosophie: Dr. Katja Springer

Einordnung in die Studiengänge Biologie, B.Sc., FSPO 2022/Pflichtbereich/Biologie
Biochemie, M.Sc., FSPO 2022/Freimodul

Vorkenntnisse Inhaltlich: Keine
Formal: Keine

Lernziele Studierende, die diese Veranstaltung erfolgreich absolviert haben:

- Sind in der Lage moralisch relevante Fragen, Themen und Probleme im Umfeld der Bioethik zu erkennen, zu benennen und einzuordnen
- Besitzen Grundkenntnisse der moralphilosophischen Grundpositionen und des ethischen Argumentierens und können diese in Bezug auf biologische Themen anwenden
- Sind mit der Einübung in den Perspektivwechsel und einem rationalen Diskussionsstil vertraut, um die Anwendung biologischer Kenntnisse und Techniken vor dem Hintergrund moralischer Problematisierung und Fragestellungen einschätzen und hinterfragen zu können

Inhalt

- Begriffsdefinition Moral/Ethik/Bioethik, Argumentationsmodelle, naturalistischer Fehlschluss, ethische Grundbegriffe
- Bereichsübergreifende Grundlagen: Personalität, Autonomie, Würde/ moralischer und rechtlicher Status von Individuen vor dem Lebensanfang, in Krankheitsphasen und am Lebensende

- Vorstellung und Diskussion zentraler bioethischer Problemfelder der Bereiche der Medizin-, Umwelt- und Tierethik

Literatur

- Bioethik. Eine Einführung. Hrsg. von Marcus Düwell und Klaus Steigleder. 4. Auflage. Frankfurt a. Main: Suhrkamp 2016
- Handbuch Bioethik. Hrsg. von Dieter Sturma und Bert Heinrichs. Stuttgart: Metzler 2015
- Birnbacher, Dieter: Bioethik zwischen Natur und Interesse. Frankfurt a. Main: Suhrkamp 2006
- Schramme, Thomas: Bioethik. Frankfurt a. M.: Campus Verlag 2002. (Campus Einführungen)
- Düwell, Marcus: Bioethik. Methoden, Theorien und Bereiche. Stuttgart, Weimar: Metzler Verlag 2008

Lehr- und Lernformen

Bioethik (Vorlesung/Seminar) (2 SWS, 3 LP, Pr.-Nr.: 12550)

Arbeitsaufwand

Präsenzzeit: 30 h
Selbststudium: 60 h
Gesamt: 90 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus der Protokollierung einer Seminarsitzung mit Vertiefung des behandelten Themas (Bioethik/Biophilosophie)

Notenbildung

Das Modul ist unbenotet.

Grundlage für

Berufspraktikum Physik/Wirtschaftsphysik

Modul zugeordnet zu Fachspezifische Spezialisierung

Code 8212885000

ECTS-Punkte 10

Präsenzzeit *keine Angaben*

Unterrichtssprache i.d.R. Deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prüfungsausschussvorsitzender Physik /Wirtschaftsphysik

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Wahlpflichtbereich Fachspez. Spezialisierung
Wirtschaftsphysik B.Sc., Wahlpflichtbereich Fachspez. Spezialisierung

Vorkenntnisse Keine

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- haben ihre im Studium erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten in einem unternehmerischen Umfeld angewandt.
- haben den Praxisbezug ihres Studiums erkannt.
- haben Erfahrungen in der Team- und Projektarbeit sowie insbesondere in der interdisziplinären Zusammenarbeit gesammelt.
- haben ihre schriftliche und mündliche Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten verbessert.

Inhalt Mindestens achtwöchiges Praktikum in einem außeruniversitären Unternehmen.

Literatur -

Lehr- und Lernformen Externes Praktikum

Arbeitsaufwand Praktikum: 300 h

Bewertungsmethode *keine Angabe*

Notenbildung *keine Angabe*

Grundlage für -

Einführung in die Informatik I - Grundlagen

Modul zugeordnet zu Fachspezifische Spezialisierung

Code 8212871070

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 4

Unterrichtssprache deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Semester

Modulkoordinator Studiendekan Informatik

Dozent(en) Dr. Jens Kohlmeyer, Dr. Marc Schickler, Dr. Markus Maucher

Einordnung in die Studiengänge

Chemieingenieurwesen, B.Sc., FSPO 2015 Wahlmodul Informatik

Lehramt Naturwissenschaft und Technik, B.Sc., FSPO 2018

Mathematik, B.Sc., FSPO 2018, Pflichtmodul Informatik

Mathematik, B. Sc., FSPO 2024, Pflichtbereich Informatik

Mathematische Biometrie, B.Sc., FSPO 2018, Pflichtmodul Informatik

Mathematische Biometrie, B.Sc., FSPO 2024, Pflichtbereich Informatik

Wirtschaftsmathematik, B.Sc., FSPO 2018, Pflichtmodul Informatik

Wirtschaftsmathematik, B.Sc., FSPO 2024, Pflichtbereich Informatik und integrative Kompetenzen

Vorkenntnisse keine

Lernziele

Die Studierenden sollen

- mit Rechnern, Betriebssystemen, Dienstprogrammen und Werkzeugen praktisch und zielführend umgehen können
- Einsicht und Intuition in der Konstruktion und Bewertung von Algorithmen anhand konkreter Beispiele besitzen
- in der Lage sein, in einer modernen Programmiersprache einfache Algorithmen systematisch zu entwickeln und in ein lauffähiges Programm umzusetzen
- grundlegende Konzepte der imperativen und objektorientierten Programmierung kennen und beherrschen
- Organisationsmöglichkeiten zusammengehöriger Daten (auch mehrdimensional) kennen, implementieren und anwenden
- typische Algorithmen zur Sortierung von Daten und des Suchens in Daten kennen, implementieren und anwenden

Inhalt	• Einführung in die grundlegenden Funktions- und Arbeitsweisen eines Rechners • Einführung in Algorithmen und die Algorithmenkonstruktion • Programmieren im Kleinen: Zuweisungen, Datentypen, Variablen, Konstanten, Aufzählungen, Zahlendarstellung • Programmsteuerung durch Blöcke, Sequenzen, Schleifen und Bedingungen • Methoden: Strukturierung von Programmen, Parameterübergabe und -rückgabe • Einführung in die objektorientierte Programmierung: Klassen, Objekte, Information Hiding, Seiteneffekte, Konstruktoren, statische Methoden und Attribute • Arrays: Zeigervariablen, Organisation zusammengehöriger Daten, Mehrdimensionale Daten • Worst-case Laufzeitanalyse mit O-Notation, Effizienz von Algorithmen • Rekursion: Rekursionsarten, Divide&Conquer, Backtracking • Suchen: verschiedene Suchverfahren in Daten und deren Anwendung • Sortieren: einfache iterative Verfahren, rekursive Verfahren, Sortieren mit Halde
---------------	--

Literatur	• Vorlesungsskript • Gumm Heinz-Peter, Sommer Manfred: Einführung in die Informatik, Oldenbourg Verlag, 2006 • Broy Manfred: Informatik - Eine grundlegende Einführung, Band 1, Programmierung und Rechnerstrukturen, Springer Verlag, 1998 • Küchlin Wolfgang, Weber Andreas: Einführung in die Informatik - Objektorientiert mit Java, Springer Verlag, 2005 • Echte Klaus, Goedicke Michael: Lehrbuch der Programmierung mit Java, dpunkt Verlag, 2000 • Ullenboom Christian: Java ist auch eine Insel, Rheinwerk Computing, 2017 • Habelitz Hans-Peter, Programmieren lernen mit Java, Rheinwerk Computing, 2017
------------------	--

Lehr- und Lernformen	Einführung in die Informatik I - Grundlagen (Vorlesung) (2 SWS), Einführung in die Informatik I - Grundlagen (Übung) (1 SWS), Einführung in die Informatik I - Grundlagen (Tutorium) (1 SWS)
-----------------------------	--

Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 60 h Selbststudium: 120 h Summe: 180 h
-----------------------	--

Bewertungsmethode	Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus.
--------------------------	--

Notenbildung	Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.
---------------------	--

Grundlage für	Modul "Einführung in die Informatik II - Vertiefung"
----------------------	--

Einführung in die Informatik II - Vertiefung

Modul zugeordnet zu Fachspezifische Spezialisierung

Code 8212871077

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 4

Unterrichtssprache deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Informatik

Dozent(en) Dr. Jens Kohlmeyer, Dr. Marc Schickler, Dr. Markus Maucher

Einordnung in die Studiengänge Chemieingenieurwesen, B.Sc., FSPO 2015 Wahlmodul Informatik
Mathematik, B. Sc., FSPO 2024, Pflichtbereich Informatik
Wirtschaftsmathematik, B. Sc., FSPO 2024, Pflichtbereich Informatik und integrative Kompetenzen

Vorkenntnisse Modul "Einführung in die Informatik I - Grundlagen"

Lernziele Die Studierenden sollen

- klassische wie auch moderne Programmierparadigmen (z.B. Rekursion, Abstrakte Datentypen, Vererbung, Polymorphie, Ausnahmenbehandlung) kennen und diese auch praktisch anwenden können
- komplexere dynamische Datenstrukturen wie etwa Bäume oder assoziative Arrays in Definition und Anwendung kennen und verstehen
- die Prinzipien moderner Modellierungstechniken verstehen und auf der Ebene einfacher Aspekte anwenden können
- Grundlagen formaler Sprachen und ihre Definition und Anwendungen kennen
- Algorithmen anhand von Komplexitätsuntersuchungen beurteilen können

Inhalt

- Grundprinzipien der Softwaretechnik / Modellierung
- Fortgeschrittene Aspekte der objektorientierten Programmierung: Vererbung, dynamische Bindung, abstrakte Klassen, Interfaces, Generics, Exceptions
- Objektorientierte-Modellierung
- Dynamische Datenstrukturen: Listen, Stapel, Schlangen, Bäume, Hashing
- Formale Sprachen, Grammatiken: Chomsky-Hierarchie, Automaten, reguläre Ausdrücke, Graphen
- Laufzeitkomplexität: Average Case und Best Case

- Suchen: Suchbäume und Pattern-Matching
- Sortieren: nicht-vergleichsbasierte Sortiervverfahren

Literatur

- Vorlesungsskript
- Gumm Heinz-Peter, Sommer Manfred: Einführung in die Informatik, Oldenbourg Verlag, 2006
- Broy Manfred: Informatik - Eine grundlegende Einführung, Band 1, Programmierung und Rechnerstrukturen, Springer Verlag, 1998
- Broy Manfred: Informatik - Eine grundlegende Einführung, Band 2, Systemstrukturen und Theoretische Informatik, Springer Verlag, 2013
- Küchlin Wolfgang, Weber Andreas: Einführung in die Informatik - Objektorientiert mit Java, Springer Verlag, 2005
- Echte Klaus, Goedicke Michael: Lehrbuch der Programmierung mit Java, dpunkt Verlag, 2000
- Ullenboom Christian: Java ist auch eine Insel, Rheinwerk Computing, 2017
- Habelitz Hans-Peter, Programmieren lernen mit Java, Rheinwerk Computing, 2017

Lehr- und Lernformen

Einführung in die Informatik II - Vertiefung (Vorlesung) (2 SWS),
Einführung in die Informatik II - Vertiefung (Übung) (1 SWS),
Einführung in die Informatik II - Vertiefung (Tutorium) (1 SWS)

Arbeitsaufwand

Präsenzstudium: 60 h
Selbststudium: 120 h
Summe: 180 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Lehrveranstaltungen aus dem Bereich Informatik

Angewandte Stochastik

Modul zugeordnet zu Physik

Code 8212877060

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 4

Unterrichtssprache deutsch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Prof. Dr. Evgeny Spodarev

Dozent(en) Dozierende der Mathematik

Einordnung in die Studiengänge

- /Mathematik/Export, Export
- Informatik, B.Sc., FSPO 2022/Mathematik
- Medieninformatik, B.Sc., FSPO 2022/Mathematik
- Software Engineering, B.Sc., FSPO 2022/Mathematik

Vorkenntnisse Berechnung von Grenzwerten und Untersuchung auf Konvergenz von Folgen und Reihen, sicherer Umgang mit der Differenzial- und Integralrechnung von Funktionen einer bzw. mehrerer Variablen, Berechnung uneigentlicher Integrale, Kenntnis und Anwendung von Vektorraumeigenschaften.

Lernziele Die Studierenden

- kennen wesentliche Ergebnisse und Methoden der Stochastik
- beherrschen die Anwendung der vorgestellten Methoden sicher
- erlangen Grundverständnis mathematischer Statistik, der Simulation sowie Markov-Ketten
- erwerben die Voraussetzungen für Vorlesungen der Anwender (z. B. Elektrotechnik I, II, Analoge Schaltungen, Signale und Systeme, Messtechnik, Regelungstechnik, Hochfrequenztechnik, Energietechnik, Technische Mechanik, Werkstoffe)
- können mit statistischer Standard-Software (z. B. R) sicher umgehen

Inhalt

- elementare Kombinatorik, Urnenmodelle
- Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie, Zufallsvariablen, Verteilungen
- elementare Statistik, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz
- Grenzwertsätze, Gesetze der großen Zahlen
- Simulation, Monte-Carlo-Methoden

- Markov-Ketten
- Schätzer: Punktschätzung, Intervallschätzung
- Tests: Standard-Tests, Verteilungs-Tests, Nichtparametrische Tests
- Lineare Regressionsmodelle

Literatur

- [1] H. Dehling, B. Haupt. Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Springer, Berlin, 2003.
- [2] H. Bauer. Wahrscheinlichkeitstheorie. de Gruyter, Berlin, 1991.
- [3] A. A. Borovkov. Wahrscheinlichkeitstheorie: eine Einführung. Birkhäuser, Basel, 1976.
- [4] H. O. Georgii. Stochastik. de Gruyter, Berlin, 2002.
- [5] B. V. Gnedenko. Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie. Akademie, Berlin, 1991.
- [6] C. Hesse. Angewandte Wahrscheinlichkeitstheorie. Vieweg, Braunschweig, 2003.
- [7] U. Krengel. Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie. Vieweg, Braunschweig, 2002.
- [8] L. Sachs. Angewandte Statistik. Springer, 2004.
- [9] Burkschat, M. ; Cramer, E. ; Kamps, U.: Beschreibende Statistik, Grundlegende Methoden. Berlin : Springer, 2004
- [10] Casella, G. ; Berger, R. L.: Statistical Inference. Duxbury : Pacific Grove (CA), 2002
- [11] Cramer, E. ; Cramer, K. ; Kamps, U. ; Zuckschwerdt: Beschreibende Statistik, Interaktive Grafiken. Berlin : Springer, 2004
- [12] Cramer, E. ; Kamps, U.: Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik. Berlin : Springer, 2007
- [13] Dalgaard, P.: Introductory Statistics with R. Berlin : Springer, 2002
- [14] Fahrmeir, L. ; K, R. Regression. Modelle, Methoden und Anwendungen. Berlin : Springer, 2007
- [15] Georgii, H. O.: Stochastik: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Berlin : de Gruyter, 2002
- [16] Irle, A.: Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Grundlagen - Resultate - Anwendungen. Teubner, 2001
- [17] Krause, A. ; Olson, M.: The Basics of S-PLUS. Berlin : Springer, 2002. – Third Ed.

Lehr- und Lernformen

Angewandte Stochastik (Tutorium) (1 SWS),
Angewandte Stochastik (Übung) (1 SWS),
Angewandte Stochastik (Vorlesung) (2 SWS)

Arbeitsaufwand

Präsenzzeit: 60 h
Vor- und Nachbereitung: 120 h
Summe: 180 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten Klausur. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

Weiterführende Vorlesungen der Informatik

Fortgeschrittene Methoden der Quantenmechanik

Modul zugeordnet zu Physik

Code 8212871155

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Susana Huelga, Prof. Dr. Wolfgang Schleich

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Wahlmodul, 6. Semester
Physik M.Sc., Wahlmodul, 1.-2. Semester

Vorkenntnisse Grundlagen der Quantenmechanik

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- wissen, wie die Quantenmechanik relativistisch formuliert wird.
- kennen den Formalismus der zweiten Quantisierung und können diesen für Elektron- und Photonfelder skizzenhaft herleiten.
- wissen, wie die Kopplung zwischen diesen Feldern hergestellt wird.
- haben den störungstheoretischen Zugang zur Elektron-Photon-Wechselwirkung mittels Feynman-Graphen verstanden.
- können die Berechnung einfacher Feynman-Diagramme nachvollziehen.
- beherrschen die Konventionen und die mathematischen Methoden, die für dieses Gebiet relevant sind (Operator-Algebra, Fourier-Integrale, kovariante Formulierung, Tensoren).

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachlichen Inhalte vermittelt:

- relativistische Quantenmechanik (Klein-Gordon- und Dirac-Gleichung)
- zweite Quantisierung
- Elektron-Photon-Wechselwirkung durch das Prinzip der minimalen Kopplung
- Feynman-Regeln, Berechnung von einfachen Feynman-Diagrammen
- Technik und Problematik der Feynman-Graphen, Renormalisierung

Literatur	• C. Cohen-Tannoudji, B. Diu und F. Laloë: Quantum Mechanics, Vol. I and II (Wiley, New York, 1977) • L.D. Landau und E.M. Lifshitz: Quantum Mechanics (Pergamon Press, New York, 1958) • J.I. Sakurai: Advanced Quantum Mechanics (Addison-Wesley, Redwood, 1987) • C. Itzykson und J.B. Zuber: Quantum Field Theory (McGraw-Hill, New York, 1966) • F. Mandl und G. Shaw: Quantum Field Theory (Wiley, New York, 1984)
------------------	--

Lehr- und Lernformen	Vorlesung (3 SWS) Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)
-----------------------------	---

Arbeitsaufwand	45 h Vorlesung (Anwesenheit) 30 h Seminar (Anwesenheit) 105 h Selbststudium Summe: 180 h
-----------------------	---

Bewertungsmethode	Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.
--------------------------	--

Notenbildung	Die Modulnote ist gleich der Modulprüfung.
---------------------	--

Grundlage für	Spezialisierung im Bereich der Quantenphysik
----------------------	--

Kern-, Teilchen- und Astrophysik

Modul zugeordnet zu Physik

Code 8212872170

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Deutsch oder Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. sc. nat./ETH Zürich Othmar Marti

Einordnung in die Studiengänge Physik B.Sc., Pflicht, 6. Semester
Wirtschaftsphysik M.Sc., Wahlmodul, 1.-2. Semester
Physik M.Ed., Pflicht, 2. Semester

Elektrotechnik und Informationstechnologie

Vorkenntnisse Inhalt der Module Optik, Thermodynamik, Atomphysik, Quantenmechanik, Höhere Mathematik I, II und III

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- kennen die Struktur der Atomkerne, kernphysikalische Prozesse und die fundamentalen Wechselwirkungen der elementaren Teilchen.
- kennen grundlegende experimentelle Methoden der Elementarteilchenphysik.
- verstehen die physikalischen Grundlagen zum verantwortungsvollen Umgang mit Kernenergie und Strahlenschutz.
- kennen die grundlegenden Phänomene, Begriffe und Konzepte der Astrophysik.
- können einfache Probleme der Teilchen- und Astrophysik theoretisch berechnen und lösen.
- erweitern selbständig ihr Wissen und beschaffen sich hierfür geeignete Literatur.

Inhalt In diesem Modul werden folgende fachliche Inhalte vermittelt:

- Struktur und Eigenschaften von Atomkernen
- Instabile Kerne, radioaktiven Zerfall und Kernreaktionen
- Kernkräfte und Kernmodelle

- Strahlenschutz und Anwendungen der Kernphysik (Datierung, Nuklearmedizin , Kernenergie)
- Nuclear / Teilchenbeschleuniger und Detektoren
- Die Teilchenphysik (fundamentalen Wechselwirkungen, Symmetrien und Erhaltungssätze)
- Beobachtende Techniken in Astronomie und Astrophysik
- Big Bang-Kosmologie, Ur-nucleosynthesis, kosmische Mikrowellenhintergrund , großräumige Struktur des Universums, dunkle Materie und dunkle Energie
- Grundbegriffe der Sternphysik

Literatur

- Demtröder: Experimentalphysik IV
- B. R. Martin, Nuclear and Particle Physics: an Introduction
- K. Bethge, G. Walter & B. Wiedemann, Kernphysik: eine Einführung
- A. Liddle, Einführung in die moderne Kosmologie
- T. Mayer-Kuckuck: Kernphysik*
- F. Halzen & A. D. Martin, Quarks and Leptons*
- A. Seiden, Particle Physics: a Comprehensive Introduction*
- S. Dodelson, Modern Cosmology*

(* weiterführende optionale Literatur für Interessierte)

Lehr- und Lernformen

Vorlesung mit Demonstrationsexperimenten (3 SWS)
Seminar in kleinen Gruppen (2 SWS)

Arbeitsaufwand

45 h Vorlesung (Anwesenheit)
30 h Seminar (Anwesenheit)
105 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung
Summe: 180 h

Bewertungsmethode

Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.

Notenbildung

Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.

Grundlage für

-

Soft Matter Physics and Biophysics

Modul zugeordnet zu Physik

Code 8212871164

ECTS-Punkte 6

Präsenzzeit 5

Unterrichtssprache Englisch

Dauer 1

Turnus jedes Sommersemester

Modulkoordinator Studiendekan Physik

Dozent(en) Prof. Dr. Christof Gebhardt, Prof. Dr. Kay E. Gottschalk, Prof. Dr. Jens Michaelis

Einordnung in die Studiengänge Physik M.Sc., Wahlmodul
Physik B.Sc., Wahlmodul, 4. oder 6. Semester
Wirtschaftsphysik M.Sc., Wahlmodul

Vorkenntnisse Grundlagen der Mechanik, Optik und Thermodynamik

Achtung: Das Modul kann nicht angerechnet werden, wenn bereits das Modul "76025 Biophysics: Fundamentals" erfolgreich absolviert wurde.

Lernziele Studierende, die dieses Modul erfolgreich absolviert haben,

- verstehen die zugrunde liegende Physik der lebenden kondensierten Materie.
- die wichtigsten experimentellen Methoden zur Untersuchung weicher Materie kennen.
- können einfache Probleme auf dem Gebiet der Biophysik bearbeiten und lösen.

Inhalt In diesem Modul wird der folgende Lehrstoff vermittelt:

- die Zelle und ihre Bestandteile
- Biologische Makromoleküle: Proteine, Nukleinsäuren, Biomembranen
- Transportprozesse
- Thermodynamik der Strukturbildung biologischer Systeme, Gleichgewichte und Reaktionen, Kooperativität
- Beschreibung der Funktion molekularer Maschinen
- Modellbeschreibung von Polymeren
- Experimentelle Techniken der Biophysik: Fluoreszenzspektroskopie und -mikroskopie, Kraftspektroskopie und -mikroskopie

- Experimentelle Techniken in der Molekularbiologie: Klonierung und Proteinaufreinigung

Literatur	• Philip Nelson: <i>Biological Physics</i>, Palgrave Macmillan; Auflage: Updated 1st e. (31. August 2007) • Robert Philips: <i>Physical Biology of the cell</i>, Taylor & Francis Ltd.; Auflage: 2nd edition. Revised. (21. November 2012)
------------------	---

Lehr- und Lernformen	Vorlesung (3 SWS) Übung (1 SWS) Praktikum (1 SWS)
-----------------------------	---

Arbeitsaufwand	45 h Vorlesung(Anwesenheit) 15 h Übung (Anwesenheit) 15 h Praktikum (Anwesenheit) 105 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung Summe: 180 h
-----------------------	---

Bewertungsmethode	Die Modulprüfung besteht aus einer benoteten schriftlichen oder mündlichen Prüfung, abhängig von der Teilnehmerzahl. Die Teilnahme an der Prüfung setzt eine unbenotete Vorleistung voraus. Wenn eine vorgegebene Studienleistung erbracht wird, wird ein Notenbonus gemäß §17 (3a) der Allgemeinen Prüfungsordnung bei der unmittelbar folgenden Prüfung vergeben. Die Prüfungsnote wird um eine Notenstufe verbessert, jedoch nicht besser als 1,0. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich. Art, Inhalt und Umfang der Vorleistung[en] werden rechtzeitig in der Kursinformation und im Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. Die Prüfungsform wird rechtzeitig vor Durchführung der Prüfung bekannt gegeben - mindestens 4 Wochen vor dem Prüfungsdatum.
--------------------------	--

Notenbildung	Die Modulnote ist gleich der Prüfungsnote.
---------------------	--

Grundlage für	Bachelorarbeit in Physik der weichen Materie oder Biophysik
----------------------	---
